Ein Beitrag zur Saatgutsortierung,

dargestellt am Roggen.

Inaugural-Dissertation,

welche

nebst den beigefügten Thesen

mit Genehmigung der hohen

philosophischen Fakultät der Königl. Universität Breslau

zur

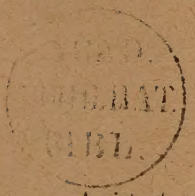
Erlangung der philosophischen Doktorwürde

Dienstag, den 23. Juni 1903, Vormittag 11½ Uhr

in der Aula Leopoldina

öffentlich verteidigen wird

Rudolf Leonhard



Opponenten:

Dr. phil. **Wysogórski,**
Assistent am geologischen Institut der Universität Breslau,
Drd. jur. **Ludwig.**

Breslau
Buchdruckerei H. Fleischmann
1903.

Meiner Mutter
und dem Andenken meines Vaters.

Inhalt.

Seite.

Einleitung: Die Bedeutung der Saatgutsortierung für den Ertrag. 1
I. Allgemeines über Saatgutsortierung 4
A. Äussere Merkmale der Wertschätzung des Saatguts . . 4
1. Gewicht 4
α Absolutes } 4
β Specifisches } 9
γ Volumen } 11
2. Grösse 14
3. Form 14
B. Methoden und Technik der Sortierung 15
II. Experimenteller Teil 23
A. Mechanische Sortierung 23
B. Bewertung der Ergebnisse 32
a. Bewertung der quantitativen Leistung 32
b. Bewertung der qualitativen Leistung 33
1. Nach physikalischen Methoden 33
α Absolutes Gewicht 33
β Körnergrösse 38
γ Volumengewicht 39
δ Specifisches Gewicht 41
ε Verunreinigung 43
2. Nach chemischen Methoden 44
α Wasser 45
β Asche 45
γ Rohprotein 46
δ Rohfett 48
ε Kohlehydrate 57
3. Nach physiologischen Methoden 57
α Keimproben 58
β Wachstumsmessungen 60
Schluss: Zusammenfassung der Ergebnisse für Theorie und Praxis. 66
Literaturangaben 69
Anhang: Tabellen 71

Einleitung.

Der landwirtschaftliche Pflanzenbau ist mehr wie jeder andere Betriebszweig von Umständen abhängig, deren Regulierung nicht im Machtbereich des Betriebsleiters liegt. Das Klima ist im allgemeinen ein von der Natur gegebenes und unveränderliches. Der Boden kann zwar durch jahrelang fortgesetzte rationelle Düngungen in seiner physikalischen Beschaffenheit und chemischen Zusammensetzung bedeutend verbessert werden, wird aber doch in seinen Grundzügen derselbe bleiben. Ebenso wird in den meisten Fällen die durch die Verkehrsverhältnisse gegebene Wirtschaftsorganisation eines Gutes wenig zu ändern sein. Unter diesen Umständen muss um so mehr auf die Massnahmen Wert gelegt werden, die imstande sind den Reinertrag der Landwirtschaft zu erhöhen. An diesem Endziel arbeiten die landwirtschaftlichen Maschinenfabriken, die immer vollkommnere, jeder landwirtschaftlichen Arbeit angepasste Maschinen auf den Markt bringen, ferner die landwirtschaftlichen Genossenschaften, die es sich zur Aufgabe machen ihren Mitgliedern zu niedrigen Preisen die Produktionsmittel zu liefern. Alle diese Massnahmen führen aber mit ihrer erhöhten Anwendung von künstlicher Düngung und Maschinenarbeit zu einer grösseren Intensität, die nicht unter allen Umständen angebracht erscheint, namentlich nicht in Wirtschaften, die durch Bodenbeschaffenheit, Klima und wirtschaftliche Lage auf extensive Betriebsweise angewiesen sind. In derartiger Lage wird der Betriebsleiter solchen wirtschaft-

lichen Massnahmen den Vorzug geben müssen, die ohne einen hohen Aufwand von Arbeit und Kapital durchgeführt werden können und sich schnell verzinsen. Hierher gehört in erster Linie die Rassenzüchtung landwirtschaftlicher Kulturpflanzen, die mehr in das Bereich einiger weniger Spezialzüchter fällt, ferner die Auswahl einer für den betreffenden Boden passenden Getreiderasse oder -Sorte. Um die Leistung der einzelnen Sorten festzustellen sowie die ertragreichste Sorte für jede bestimmte Örtlichkeit herauszufinden, veranstaltet die deutsche Landwirtschaftsgesellschaft ausgedehnte Anbauversuche, deren Ergebnisse beweisen, wie bedeutsam die Auswahl der produktionsfähigsten Rasse für den Reinertrag ist. Die im Vergleich zu einer schlechteren Sorte auf demselben Boden erzielten Erträge betragen in manchen Fällen 54 M. (1). Innerhalb der gegebenen, für die betreffende Scholle ausgewählten Sorte können nun aber die Erträge durch rationelle Reinigung und Sortierung des Saatguts noch bedeutend gesteigert werden; auf diese Massnahme ist ein um so höherer Wert zu legen, als der für eine verstärkte Saatgutauswahl nötige Mehraufwand gar nicht in Betracht kommen kann im Vergleich zu dem dadurch erzielten Mehrertrag. Für den Verkauf erwächst hierbei kein Nachteil, denn der Getreidehändler wird es kaum als Qualitätsverminderung bemerken, ob der Körnerernte $^1/_{12}$ der besten Körner zur Aussaat entnommen wurden, während dem Landwirt aus dieser Auslese eine bedeutende Steigerung des Reinertrages erwachsen kann.

Nicht immer war man darüber einig, ob wirklich unter sonst gleichen Umständen das schwerste Saatgut die höchste Ernte gewährleiste. Vielfach war und ist man noch heute der Ansicht, dass mittelgutes Saatgut den höchsten Ertrag liefert, in anderen Gegenden wird aus Billigkeitsrücksichten Hinterkorn verwendet und die mangelnde Qualität durch stärkere Aussaat zu ersetzen gesucht. Diese Massregel kann aber nie die Nachteile minderen Saatguts ausgleichen, da die Standweite der einzelnen Pflanzen verringert, ihre Entwicklung behindert und die Gefahr des Etiolierens und

Lagerns hervorgerufen wird; z. B. stellte Professor Edler fest, dass 60 schwere Körner einen höheren Stroh- und Körnerertrag gaben als 90 leichte (2).

Die Frage, welches Saatgut das ertragreichste sei, ist, soweit sie einer wissenschaftlichen Konstatierung überhaupt noch bedarf, durch exakte Versuche längst zu Gunsten des grössten und schwersten Saatguts beantwortet worden. Aus der Fülle der einschlägigen Erfahrungen sei es mir gestattet anzuführen, dass Desprez durch 4 Jahre lang fortgesetzte konsequente Anwendung eines grosskörnigen Saatguts unter sonst gleichen Bedingungen einen Mehrertrag von 266,75 bis 457 kilo pro Morgen erzielte (3) und dass Marek auf Grund vergleichender Anbauversuche, die überall zu Gunsten des schweren Saatguts ausfielen, einen durchschnittlichen Mehrertrag desselben von 18 bis 40 M. pro Morgen herausrechnete (4). Diese Überlegenheit des grösseren Saatguts rührt nicht etwa von dessen besserem anatomischen Bau gegenüber kleinerem Saatgut her, sondern von der grösseren Menge eingelagerter Reservestoffe, die solche grosse Körner befähigen stärkere, lebensfähigere Individuen zu erzeugen. Da die Pflanze in ihrem ersten Vegetationsstadium ausschliesslich vom Endosperm lebt, so wird die kräftiger ernährte Pflanze auch später einen Vorsprung in der Vegetation voraus haben, sich stärker bewurzeln und eine grössere energischer assimilierende Blattfläche erzeugen. Nicht zu vergessen ist es, dass solche kräftiger entfaltete Individuen ungünstige äussere Einflüsse besser überdauern werden als schwächliche Exemplare. Nach Wollny gingen von 100 Roggenpflanzen aus grossen Körnern in einem harten Winter 13% verloren, von je 100 aus mittleren Körnern 31%, während von je 100 aus kleinen Körnern volle 57% zu Grunde gingen (5). Der Landwirt übt also durch Saatgutauslese eine „empirische Zuchtwahl“, wenn auch nur unbewusst. Im grossen Stil angestellte Versuche von Dr. Edler und Prof. Liebscher (6) ergaben, dass die durchschnittliche Korngrösse mit der Ährengrösse zunimmt, und dass die schwersten Körner stets in den schwersten Ähren zu finden sind. Dies

ist in gleicher Weise für die Sortierung des Saatguts wie für die Getreidezüchtung wichtig. Denn man kann auf maschinellem Wege die Ernte nach der Korngrösse sortieren und so aus den schwersten Ähren die schwersten Körner gewinnen.

I.

A.

Von vornherein muss man sich über die Grenzen der Wirksamkeit einer scharfen Saatgutsortierung klar sein. Dieselbe ist nicht imstande spezielle erbliche Eigenschaften einer Sorte, die derselben durch lange, bewusste Auswahl angezüchtet worden sind, mit auszulesen. Das sind Eigenschaften, die nicht an der physikalischen Beschaffenheit des Saatkorns haften, denen also durch äusserliche Sortierung nicht beizukommen ist. Der wissenschaftliche Saatgutzüchter wird immer darauf angewiesen sein, individuelle Auslese zu treiben, indem er die Körner der Ähre aussät, die die Rasseeigenschaften am getreusten repräsentiert.

Die Wirkung der Sortierung des Saatguts wird sich also immer nur bis zur nächsten Ernte erstrecken und sich in deren Mehrertrag ausdrücken; gerade darauf aber wird es meist dem praktischen Landwirt ankommen. Er erstrebt ein möglichst schweres, volles, mehlreiches Korn. Diese Eigenschaften werden sich im Gewicht, der Grösse und der Form der Samen ausdrücken. Folglich werden diese drei Momente in erster Linie in der Praxis als Anhaltspunkte der Wertschätzung dienen. Wieweit dies gerechtfertigt ist, soll die folgende Besprechung dieser drei Eigenschaften dartun.

1.) Gewicht.

α) Dass das absolute Gewicht einen vorzüglichen Massstab für die Güte und Produktionsfähigkeit des Saatguts abgibt, ist schon in der Einleitung gesagt worden und wird übereinstimmend von allen bekannten Forschern, Nobbe, Harz,

Marek, v. Rümker, Wollny, Wolffenstein angenommen. Eine experimentelle Bestätigung innerhalb gewisser Grenzen bieten die Versuche Hellriegels (7). Dieser las mit Hilfe von Salzlösungen je 5 Samenkörner von unter einander fast gleicher, im übrigen aber verschiedener Schwere aus, säte sie in Glaskulturgefässe, schnitt die Pflanzen kurz vor der Bestockung hart an der Bodenoberfläche ab und bestimmte ihr Gewicht in frischem Zustand und als Trockensubstanz. Als Kulturboden wurde bei der einen Versuchsreihe Gartenerde, bei der andern ein humusarmer, schwach lehmiger Sand benützt. Die in der Gartenerde erwachsenden Pflanzen zeigten anfangs schroffe Unterschiede, die sich während der weiteren Entwicklung aber mehr und mehr ausglichen und fast ganz verschwanden. Dagegen glichen sich bei den auf Sandboden stehenden Versuchspflanzen die Unterschiede weniger schnell und vollständig aus. Sie waren auch bei Schluss der Versuche noch bemerklich.

a.

In Gartenerde.

Die ausgelegten Samen hatten gewogen mg	Die fünf Pflanzen wogen in frischem Zustande mg	Dieselben enthielten Trockensubstanz Proz.
45	3570	10,8
39	3125	10,4
26	1910	11,5
19	1495	11,2

Die Produktionsverhältnisse stellten sich also:

Gewicht des Samens mg	Je eine Pflanze wog. frisch mg	Je eine Pflanze wog. trocken mg	Je eine Pflanze wog mal mehr als das Saatkorn: frisch	Je eine Pflanze wog mal mehr als das Saatkorn: trocken
45	714	77	15,9	1,71
39	625	65	16,0	1,67
26	382	44	14,7	1,69
19	299	33	15,7	1,74

b.

In Sandboden.

Die ausgelegten Samen hatten gewogen	Die fünf Pflanzen wogen in frischem Zustande	Dieselben enthielten Trockensubstanz
mg	mg	Proz.
45	2085	12,0
39	1990	11,7
26	1190	12,3
19	920	12,2

Die Produktionsverhältnisse stellten sich also:

Gewicht des Samens	Je eine Pflanze wog		Je eine Pflanze wog mal mehr als das Saatkorn	
	frisch	trocken		
mg	mg	mg	frisch	trocken
45	417	50	9,3	1,11
39	398	47	10,2	1,21
26	238	29	9,2	1,12
19	184	22	9,7	1,16

Für die Praxis ergibt sich aus diesen interessanten Versuchen die Lehre, dass der Saatgutauslese für mindere Böden eine noch höhere Bedeutung zukommt als für gute. Auf ersteren wird es einer aus einem leichteren Korn erwachsenen Pflanze unter günstigen Umständen möglich sein durch stärkere Ernährung den Vorsprung, den Pflanzen aus schweren Körnern haben, einigermassen wieder einzuholen. Dagegen wird dies auf leichterem Boden, wo minder günstige Vegetationsbedingungen herrschen und weniger Nährstoffe zur Verfügung stehen, kaum der Fall sein. Dass besonders für die erste Vegetationszeit das Gewicht des Samenkorns von der höchsten Wichtigkeit ist, ergibt sich aus einer

Betrachtung des Samenkorns und seinen ersten Lebenserscheinungen. Das Samenkorn besteht im wesentlichen aus der Samenschale, dem Embryo, der im Keim schon die ganze spätere Pflanze enthält, und endlich dem Mehlkörper oder Endosperm, an dessen Stelle bei dicotylen Pflanzen die dickfleischigen Samenlappen treten. Das Endosperm enthält die zur ersten Entwicklung des Keimlings erforderlichen Nährstoffe, besonders Eiweiss, Stärke und Fett. Der Keimling ist, so lange er noch keine grünen Blätter erzeugt, also noch nicht assimiliert, völlig auf die Ernährung durch das Endosperm angewiesen; wenn dieses mangelhaft ausgebildet ist, so können ihm weder reichliche Düngung noch guter Boden oder günstige Witterung etwas nützen. Marek wies das exakt nach, indem er Samenkörner zum Teil ihrer Cotyledonen beraubte, worauf nur dürftige Pflanzen erzeugt wurden. Der Keimling wird sich nur dann reichlich entwickeln, wenn das Endosperm reichlich mit Nährmitteln ausgestattet ist. Der sicherste Ausdruck für den Nährstoffgehalt des Endosperms ist aber das Gewicht und deshalb sind für praktische Saatzwecke die schwersten Samenkörner die besten. Eine Ausnahme in der Wertschätzung des absoluten Gewichts macht nur von Lochow (8) bezüglich des Roggens, bei dessen Zucht er sich von etwas anderen Prinzipien leiten lässt. Er legt den Hauptwert anf einen vollen Besatz der Ährenspindel. Dieser Besatz ist, wie er experimentell nachgewiesen zu haben glaubt, erblich. Da nun in einer lückigen schlecht besetzten Ähre jedem einzelnen Korn eine grössere Menge Nährstoffe zur Einlagerung zur Verfügung stehen, müssen derartige Körner eine grössere Schwere erlangen als Körner einer gut besetzten Ähre. Verwendet man nun solche schwere Körner eines lückigen Besatzes zur Zucht, so erhält man nach von Lochow wiederum eine Staude mit lückigem Besatz. Von Lochow empfiehlt also geradezu, bei lückigem Roggen eine gewisse Menge der grössten Körner von der Aussaat auszuschliessen, um einer erblichen Verbreitung des lückigen Besatzes vorzubeugen. Doch verkennt er nicht die Vorzüge eines hohen Korngewichtes, er hält es nur nicht

für allein massgebend und bei Roggen direkt für gefährlich, ja er neigt sogar dazu, die Beobachtung bei Roggen auf andere Getreidegattungen zu übertragen. Ob diese völlig originellen Ansichten von Lochow's sich unter allen Umständen und auch bei anderen Getreidearten bestätigen werden, muss der Zukunft vorbehalten bleiben, jedenfalls wird für die Praxis im allgemeinen, abgesehen vielleicht von Roggen, welcher schartige Ähren hatte, das schwerste Saatgut das beste bleiben und ich glaube dessen Vorzüge nicht besser zusammenfassen zu können, als indem ich wörtlich anführe, was Professor von Rümker darüber sagt (1):

„1. Die Menge des Ertrages wächst mit dem Gewicht des Samenkorns.

2. Schwere Samen erzeugen wieder einen höheren Prozentsatz schwerer Samen, sofern sie selbst schon aus mehreren Generationen schwerer Samen abstammen und ihr Gewicht nicht dem Standort oder der Ernährung verdanken. Es kann also durch fortgesetzte Auslese der schwersten Samen allmählich eine erbliche Steigerung des Samengewichts erzielt werden, soweit die Sorte und das Klima es gestatten. Durch das Gewicht des Saatkorns wird also ausser der Menge auch die Güte des Ertrages günstig beeinflusst.

3. Schwere Samen erzeugen lebensfähigere Pflanzen als leichte; sie erzeugen Pflanzen, welche widerstandsfähiger sind gegen schlechte Witterung (Frost, Dürre, Nässe etc.) und sonstige Fährlichkeiten (Pflanzenfeinde aller Art).

4. Schwere Samen haben kräftigere und grössere Keimanlagen; sie erzeugen daher tiefer wurzelnde und kräftiger bestockte Pflanzen als leichte Samen.

5. Schwere Samen liefern Pflanzen, welche sich schneller entwickeln und daher gewissen Feinden schneller aus den Zähnen wachsen, als solche aus leichten Samen.

6. Schwere Samen erzeugen endlich chlorophyllreichere Pflanzen als leichte, und wenn man bedenkt, welche hochwichtige Rolle das Chlorophyll als Assimilationsorgan für Kohlensäure und für die Herstellung von organischer

Substanz im Leben der grünen Pflanzen spielt, ist es begreiflich, wie wichtig der Chlorophyllreichtum für die spätere Samenerzeugung der Pflanze sein muss.

Kurz, je schwerer das Saatkorn ist, desto produktiver, desto schnellwüchsiger, desto widerstandsfähiger und sicherer im Ertrage wird die daraus erwachsende Pflanze."

Weit weniger stimmt man in der Wertschätzung des spezifischen Gewichtes überein.

Spezifisches Gewicht.

β) Das spezifische Gewicht ist die Zahl, welche angibt, um wievielmal ein bestimmtes Volumen eines Körpers schwerer ist als das gleiche Volumen Wasser von 4°. Das spezifische Gewicht ist also eine Verhältniszahl $\frac{\text{(absolutes Gewicht,}}{\text{Volumen)}}$, die von der grösseren oder geringeren Dichtigkeit des zu untersuchenden Körpers abhängt. Erstere wird beim Samenkorn durch seinen anatomischen Bau und die Art der stofflichen Einlagerung, nicht aber durch die Menge eingelagerter Nährstoffe bedingt. Je geschlossener die innere Struktur des Samenkorns also ist, desto höher wird das spezifische Gewicht sein. Mehlige Körner, deren Aufbau zahlreiche Hohlräume einschliesst, daher das Korn im Bruch weiss erscheint, werden also ein geringeres spezifisches Gewicht haben als glasige, wo die proteïnführenden Aleuronkörner sich lückenlos an einander schliessen. Die Folgerung, dass nun unter allen Umständen spezifisch schwerere Körner stickstoffreicher sind als leichte, ist aber nicht uneingeschränkt richtig, denn von Bibra (9) fand bei Weizenanalysen, dass mitunter glasiger Weizen spezifisch leichter war, als mehliger. Während Haberland und Trommer das spezifische Gewicht als wertbildendes Moment anerkennen, kommt Hellriegel auf Grund seiner Untersuchungen von Getreidesamen zu dem Schluss, dass das spezifische Gewicht des Samens einen bedeutenden Einfluss auf die Stärke und Grössenverhältnisse der daraus hervorgehenden Pflanze nicht ausübt und zwar weder in den späteren Entwickelungsepochen noch in dem

Keimleben derselben. Dagegen will er bei Kartoffeln dem spezifischen Gewicht eine gewisse, wenn auch eingeschränkte Bedeutung zuerkennen. Schertler (10) meint, das spezifische Gewicht wachse mit der Samengrösse, nur aussergewöhnlich grosse Samen zeigten ein geringeres Gewicht. Dies bestätigt auch Church (11), wenn er sagt, die spezifisch schwersten Früchte seien nicht immer die grössten. Nach ihm erzeugt ferner Saatweizen von grösster Dichte wiederum den dichtesten Samen und den höchsten Körnerertrag, während Samen mittlerer Dichte mehr Pflanzen und Ähren erzeugen.

Harz (12) betont, dass viele Umstände das Zusammengehen von absolutem und spezifischem Gewicht beim Saatgut stören, dass z. B. vielfach ein höheres spezifisches Gewicht nur die Folge eines vermehrten Aschengehalts der Körner sei, was den Samen nicht wertvoller mache. Wollny vertritt an mehreren Stellen (13), gestützt auf zahlreiche Versuche die Anschauung, dass das spezifische Gewicht des Saatguts für die Menge und Güte der Ernteprodukte belanglos sei, da es nur eine relative Verhältniszahl, keine absolute Grösse ausdrücke. Ähnlicher Ansicht ist Nobbe (14); aus dem spezifischen Gewicht könne man keine Aufschlüsse über die Bestandteile des Samenkorns und seinen Gehalt an Reservestoffen erhalten. Ausserdem schwanken die spezifischen Gewichtszahlen innerhalb zu enger Grenzen, um daraus zuverlässige Folgerungen abzuleiten. Marek schreibt den mitunter beobachteten günstigen Einfluss des spezifischen Gewichts der chemischen Zusammensetzung der Nährstoffe im Saatkorn zu. Darnach soll in Körnern mit hohem spezifischen Gewicht ein besonders enges Verhältnis zwischen Phosphorsäure und Stickstoff bestehen und daraus ein höherer Ertrag resultieren (15). Nur für Kartoffeln nimmt er ein unmittelbares Zusammengehen von hohem spezifischem Gewicht und guter Qualität an. Nach Nowacki haben die glasigen Körner, deren spezifisches Gewicht ein höheres ist, eine grössere Produktionsfähigkeit und es ist die Frage, ob dies nur auf den höheren Stickstoffgehalt oder etwa auf das von Marek behauptete engere Verhältnis zwischen Phosphorsäure und

Stickstoff zurückzuführen ist. Auch Rimpau (16) erkennt an, dass man innerhalb derselben Weizensorte aus dem hohen spezifischen Gewicht auf Eiweissreichtum schliessen könne, bezweifelt aber, dass der Klebergehalt erblich ist, und dass kleberreicher Weizen höhere Erträge gibt. Hingegen hält er bei Gerste und Hafer das spezifische Sortierverfahren für wertvoll und schlägt vor, dasselbe auf trockenem Wege durch Wurfen vorzunehmen und zwar am besten durch einen Apparat, der die menschliche Hand nachahmt. Wir sehen also, dass das spezifische Gewicht als Wertmassstab sich keiner hohen Wertschätzung erfreut. Dennoch kann es uns mitunter einige wertvolle Aufschlüsse über die innere Beschaffenheit des Saatkorns, seinen grösseren oder geringeren Eiweissgehalt geben, ferner über seinen Feuchtigkeitsgehalt, da das spezifische Gewicht desto grösser ist, je trockener das Korn ist. Dies hängt damit zusammen, dass bei Wasseraufnahme das Volumen gewisser Samen stärker wächst als das absolute Gewicht. Da nun beim Reifungsprozess die Körner Wasser verlieren, so werden die Körner je reifer, desto spezifisch schwerer werden. Wir haben also in dem spezifischen Gewicht in gewissen Grenzen ein Mittel, den Reifegrad eines Saatkorns zu beurteilen und sehen, dass das spezifische Gewicht immerhin einige Beachtung verdient. Dieser Ansicht ist auch Wolffenstein, und er trifft wohl das Richtige, wenn er trotz negativer Versuchsergebnisse sagt, dass er bei gleichem absoluten Gewicht Saatgut mit höherem spezischen Gewicht vorziehen würde und wörtlich fortfährt: „Der brauchbarste Wertmassstab für Leistungsfähigkeit des Samens ist das Produkt aus absolutem und spezifischem Gewicht.“ Es ist das ein Hinweis darauf, dass eine beide Gesichtspunkte verbindende Auslesemethode anzustreben ist. In ähnlicher Weise gehen die Ansichten über das

Volumengewicht

als wertbildendes Moment des Saatgutes auseinander.

γ) Das Volumengewicht ist die Zahl, die das Gewicht eines bestimmten Hohlmasses Getreide angibt. Die Normal-Eichungskommission des deutschen Reiches hat, gestützt auf

die Ansicht, dass die Güte des Saatkornes mit dem Hohlmassgewicht steige, eine Proportionalwage konstruiert, die dieses Steigen oder Fallen zahlenmässig zum Ausdruck bringen soll. Alexander Müller und G. Wunder fanden bei ihren Untersuchungen diese Ansicht bestätigt, dagegen erhielt G. Marek (4) bei eingehenden Untersuchungen entgegengesetzte Resultate uud kommt zu dem Schluss, das Volumengewicht sei für die Erkennung der besseren Qualität nicht verwertbar. Auch Harz (12) ist der Ansicht, dass eine bestimmte Gesetzmässigkeit nicht herauszufinden sei. Der Widerspruch dieser Angaben bewog Wollny (17) zu ausgedehnten Untersuchungen, die ihn zu dem Satz veranlassen, das Volumengewicht sei im allgemeinen der Körnergrösse nicht proportional. Während bei Weizen, Roggen und Gerste das Volumengewicht mit dem absoluten Gewicht stieg, bei Hafer und Raps aber fiel, nahm es bei Erbsen und Bohnen eine mittlere Stellung ein. Dies ist so zu erklären, dass über das Volumengewicht nicht Grösse und chemische Zusammensetzung der Körner, sondern Form und Art der Zusammenlagerung entscheiden. Theoretisch müssten bei dichtester Lagerung Körner jeder Grösse das gleiche Volumengewicht haben. Dies ist auch tatsächlich bei Samenkörnern der Fall, deren Gestalt der Kugelform nahekommt, so z. B. bei Viktoriaerbsen und Raps. Bei anderen unregelmässiger gestalteten Samenkörnern wird aber diese Gesetzmässigkeit durch die verschiedene Art des Zusammenlagerns gestört. Auf Grund einer Reihe eingehender Versuche kommt Schindler (18) zu dem Resultat, das Volumengewicht sei zwar nicht als Norm für eine ganze Getreideart brauchbar, wohl aber innerhalb derselben Sorte, die eine übereinstimmende Grundform des Korns zeige. Verfasser brachte 100 ccm. Weizen in ein Kölbchen mit entsprechendem Rauminhalt, indem er langsam Korn für Korn durch einen Trichter hineinwarf, ohne zu schütteln. Das Gewicht der Proben untereinander ergab eine grosse Uebereinstimmung, ausser bei einem schlecht geratenen mährischen Square-head, der ungleich in der Korngrösse war. Bei den besseren Sorten

dagegen entsprach einem höheren absoluten Gewicht ziemlich konstant ein höheres Volumengewicht, so dass Verfasser letzteres als Beurteilungsfaktor anerkennen will. Endlich vertritt Graf von Walderdorff (19) die Ansicht, dass ein Gemisch grosser und kleiner Körner das höchste Volumengewicht ergebe. Als experimentelle Bestätigung führt er seine Versuche mit einer Mischung von Schrot und Sandkörnern an. Wollny erkennt die Richtigkeit dieser Versuche an, betont aber, dass es sich hier um kugelartige Körper handelte, dass dagegen unregelmässig gebaute Körner sich anders einlagerten; und zwar ist er auf Grund seiner Versuche der Ansicht, dass das Volumengewicht einer Mischung grosser und kleiner Körner im Mittel der beiden Volumengewichte dieser stehe.

Im allgemeinen kann man also wohl sagen, dass dem Volumengewicht in der Praxis eine gewisse Bedeutung zukommt, dass es aber wissenschaftlich wenig zuverlässig ist. So erhielt Wollny bei vergleichenden Versuchen ganz verschiedene Resultate, je nachdem er die Gefässe durch einen dünnen oder kräftigen Trichterstrahl füllte.

Die hieraus sich ergebenden Fehlerquellen hofft Nobbe (20) durch Trichter mit fortziehbarem Boden ausschliessen zu können. Es ist klar, dass hierdurch die Fehlerquelle sehr vermindert und eine für den Handel mehr als genügende Konstanz des Hohlmassgewichts derselben Sorte erzielt wird. Wissenschaftlich genau ist das Verfahren aber immer noch nicht, weil die Vehemenz, mit der man das Saatgut in den Trichter bringt, nicht immer die gleiche ist. Einige Aufschlüsse können wir aber aus dem Volumengewicht doch erhalten. So haben nach Wollny die Körner ein desto höheres Volumengewicht, je reifer, also wasserärmer sie sind, und Harz (12) betont mit Recht, dass auch die chemische Zusammensetzung das Volumengewicht beeinflusse und dass in dieser Beziehung das Gleiche für das Volumen- wie für das spezifische Gewicht gelte. So hat fettreicher Samen weniger Volumengewicht als fettarmer, proteïnreicher mehr als proteïnarmer. Dass unreifer Samen meist

ein geringes Volumengewicht hat, führt er auf den Umstand zurück, dass unreife Samen oft schon ihre volle Gewebeausdehnung erreicht haben, während noch nicht die entsprechende Füllung durch eingewanderte Reservestoffe eingetreten ist.

Ein Moment von hervorragender Bedeutung ist die

2) Grösse der Samen,

aber nur, wenn sie mit hohem absoluten und spezifischen Gewicht parallel geht. Man hat in früheren Abhandlungen über Saatgutsortierung vielfach die Begriffe von Grösse und Schwere durcheinander geworfen, sie sind aber keineswegs völlig identisch. Wenn bei Besprechung des spezifischen Gewichts wiederholt angeführt wurde, dass besonders grosse Körner kein entsprechend hohes Gewicht haben, so liegt das daran, dass ihre innere Struktur oft mangelhaft ist, dass sie z. B. oft grosse Hohlräume aufweisen. Deshalb ist ein einseitig auf Sortierung nach Korngrösse gerichtetes Verfahren gradezu minderwertig. „Wollte man z. B. lediglich durch Sieben grosse Körner auslesen, so würde man ein verschrumpftes, hohles, ausgewachsenes Saatgut erhalten" (21). Es liegt das daran, dass beim Sieben grosse aber runzliche Körner infolge ihrer Runzeln und Leisten die Siebe nicht passieren können und in der Auslese zurückbleiben, während die vollen glatten Körner eher durch die Maschen gehen.

Weit eher als die Grösse geht die

3) Form

der Samenkörner mit der Schwere zusammen, ist also ein wichtiges Merkmal der Wertschätzung, da sie eine gewisse Garantie für völlige Reife und reichlichen Gehalt an Nährstoffen gibt. Ein Korn, das sich einer minder reichlichen Stoffzufuhr erfreut, geht nach der Milchreife infolge Wasserabgabe wieder in der Form zurück und wird zum Mittel- oder Schmachtkorn, während ein reich ernährtes Korn seine volle Form fast ganz beibehält.

Andere subjektive Merkmale für den Wert des Saatguts, wie Farbe, Glanz und Geruch sind zwar für die Praxis von grösster Bedeutung, fallen aber nicht in das Bereich der

Saatgutsortierung und kommen höchstens insofern in Betracht, als man verdorbene, schlecht riechende oder eine verdächtige Farbe aufweisende Körner von vornherein nicht zur Aussaat benutzen wird, weil wahrscheinlich ihre Keimkraft stark reduziert oder vernichtet ist.

Wir gehen jetzt zur Darstellung der

B.

Technischen Sortierungsmethoden

über, die bald unter dem einen, bald unter dem andern der oben besprochenen Gesichtspunkte arbeiten, oft auch mehrere zu vereinigen suchen. Die älteste und einfachste Methode ist das Wurfen. Hier wird das zu reinigende und sortierende Saatgut schräg gegen die Luft geworfen, und der auf der Tenne herrschende Luftzug besorgt die Sortierung derart, dass die schwersten Körner beim Niederfallen eine äusserste Zone bilden, während die leichteren in grösserer Nähe von der Wurfstelle niederfallen (22) Diese Art der Saatgutbereitung ist durchaus rationell, da sie nach dem ersten und wichtigsten Gesichtspunkt, dem der Schwere sortiert, was sogar, wie Wolffenstein (22) nachweist, nach spezifischem und absolutem Gewicht zugleich geschieht; sie hat aber den Nachteil, dass sie nur an windigen Tagen vorgenommen werden kann und quantitativ nicht viel leistet. Qualitativ ist sie deshalb mangelhaft, weil die menschliche Hand, der die Sortierung obliegt, nicht exakt genug ist, um beim Wurfen immer den gleichen Elevationswinkel und die gleiche Geschwindigkeit einzuhalten. Ferner bleiben viele Körner nicht an der Stelle ihres Niederfallens liegen, sondern springen in eine andere Zone des Wurfbandes, als sie ihrem Gewicht nach hingehören. Endlich ist die Scheidung der entstehenden Sorten dem Gutdünken überlassen. Schon die alten Römer, denen die Vorteile einer rationellen Sortierung wohl bekannt waren (23), bedienten sich dieser Methode und wandten dabei Schwingen (vanni) und Wurfschaufeln (ventilabri) an. An weitere Vervollkommnungen der Sortierungstechnik dachten sie aber

nicht, da ihre Wirtschaftsweise (billige Sklavenarbeit) eine Arbeitsersparnis unnötig machte. Einen maschinellen Fortschritt brachte erst die beginnende Neuzeit. Um das Jahr 1700 taucht in Holland eine Getreidereinigungsmaschine auf, die die früheren Sortierungsprinzipien umkehrt. Das Getreide wird nicht gegen die stehende Luft geworfen, sondern ein durch ein Gebläse erzeugter Luftstrom bläst gegen das durch einen schmalen Spalt bandförmig herabfallende Getreide und sortiert es. Die Erzeugung eines kontinuierlichen Windstromes ermöglicht eine grössere quantitative Leistung. Ueber die Herkunft dieses wegen seines geräuschvollen Arbeitens „Duyvel" genannten Apparates lassen sich nur Vermutungen aufstellen. Vielleicht haben die Holländer das Modell zu der Windfege aus China oder Japan mitgebracht, wo schon lange vorher ein derartiger Apparat bekannt und in Gebrauch war (24). Historisch sicher ist aber, dass 1710 James Meikle im Auftrage der Lords Sommerville und Saltoun eine derartige Maschine nach England brachte. Erst 1740 kam eine verbesserte Kombination in Gebrauch, 1768 erhielten A. und B. Meikle ein Patent auf diese. Weitere Vervollkommnungen erfuhr die Windfege durch Douglas (1798) und Elmey (1812). In Frankreich gilt J. Dombasle für den Erfinder der Putzmühle (Tarare). Indessen hat er sie nur verbessert und eingeführt. In Deutschland wurde die Putzmühle erst gegen Ende des 18. Jahrhunderts bekannt. Die erste wurde in Sachsen gebaut und 1783 in Dölkau bei dem Grafen von Hohenthal aufgestellt. Bei den neueren Windfegen kombiniert man vielfach das Gebläse mit schrägen schwingenden Sortiersieben, so dass zu dem Sortierprinzip nach Gewicht das nach Grösse der Körner hinzutritt. Allen Windstrommaschinen haften aber gemeinsame Übelstände an. Zunächst arbeiten sie nicht ganz gleichmässig, da der erzeugte Windstrom nicht kontinuierlich dieselbe Stärke hat und die Einlauf-Vorrichtungen keinen völlig gleichmässigen Körnerfall verbürgen. Ferner ist die Strecke, in der der Luftstrom auf das fallende Korn wirken kann, nur sehr kurz. Fällt das Korn sehr dicht, so kann

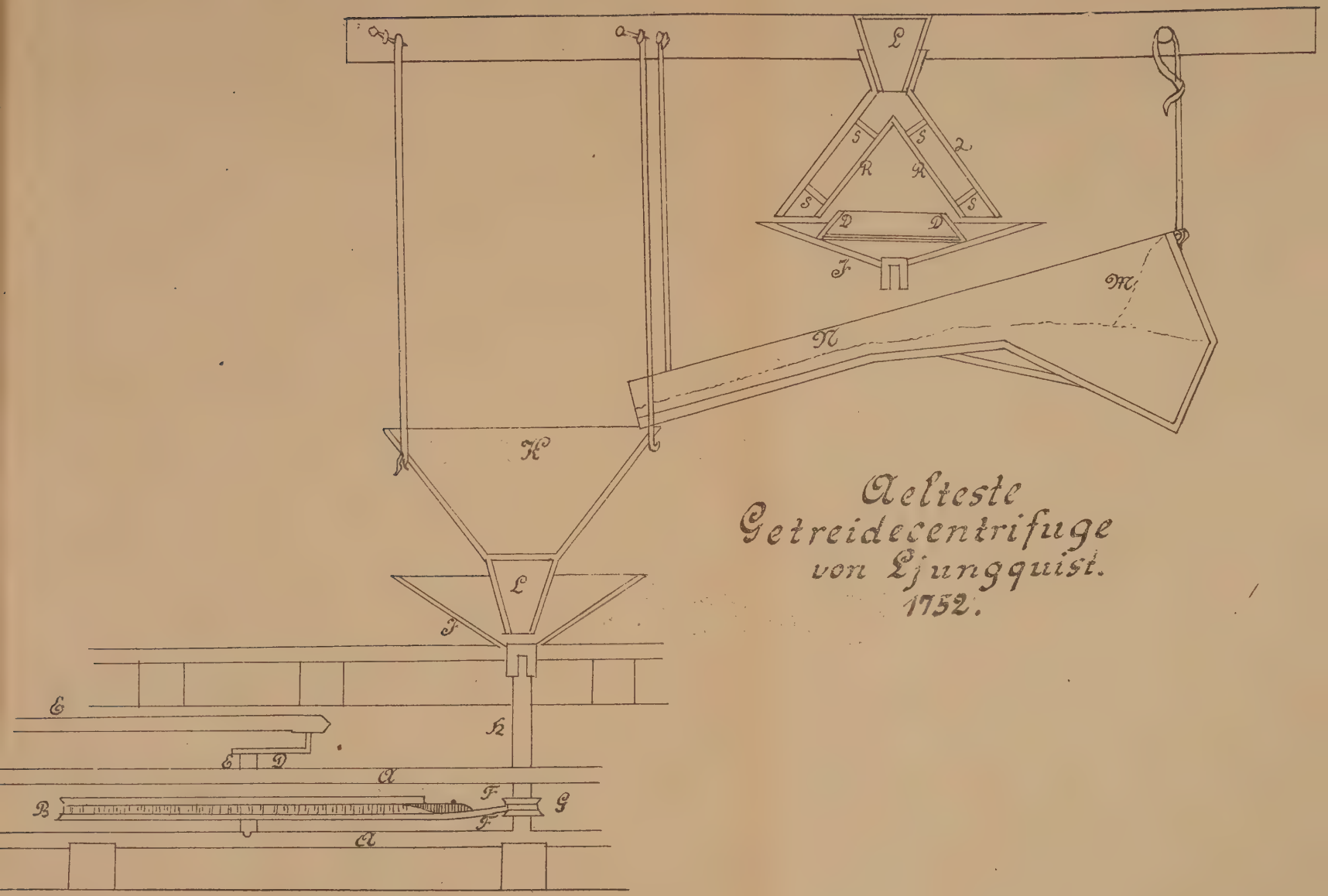
die Auslese qualitativ nur in beschränktem Masse stattfinden. Ausserdem bietet beim Niederfallen das Korn dem Winde stets eine andere Oberfläche, so dass selbst ein gleichmässiger Luftstrom auf jedes Korn anders wirken müsste*). Man hat deshalb vielfach ein anderes Sortierprinzip angewandt, das nach Grösse und Form der Körner. Hierzu bediente man sich zunächst einfacher Flach-Siebe, die aber alle quantitativ wenig leisten und sich leicht verstopfen. Man unterscheidet unter den flachen Rüttelsieben geflochtene, gestanzte und gefräste. Erstere sind schon nach kurzer Zeit ganz unzuverlässig, da ihre Lochweite durch Verschiebung der Drahtstäbe sich verändert. Gestanzte Siebe haben mitunter Löcher mit aufgebogenen Rändern, was Unregelmässigkeiten in der Auslese bewirkt. Am besten sollen noch die gefrästen Siebe sein. Um die quantitative Leistung zu erhöhen, hat man vielfach Siebe in cylindrischer Form gebaut, als rotierende Siebtrommeln, deren aus verschiebbaren Drahtspiralen bestehender Mantel nur Körner einer gewissen Grösse durchfallen liess. Diese besonders bei Dreschmaschinen angewandten Cylindersiebe sind aber wenig haltbar, da die Federkraft leicht nachlässt. Der Sortiercylinder von Colemann und Morton besteht aus mehrseitigen Prismencylindern, deren Kanten durch schräggestellte Stahlprismen verbunden sind, die sich je nach dem stärkeren oder schwächeren gegenseitigen Verschieben der Cylinderprismenkanten enger oder weiter stellen. Alle diese Siebe können aber nur eine vorläufige Sortierung herbeiführen, da einer einseitigen Sortierung nach Grösse alle früher besprochenen Uebelstände anhaften würden.

Eine sorgfältigere Auslese ist man imstande durch eine dritte Gattung von Maschinen herbeizuführen, durch den Trieur. Er liest nach der Form der Körner aus und ist besonders geeignet runde Unkrautsamen und Bruchkörner auszuscheiden. Die Trennung erfolgt derart, dass man das zu sortierende Material durch einen rotierenden

*) Eine Vorrichtung, die diesem Uebelstande abhelfen soll, wird im experimentellen Teil besprochen werden.

Blechcylinder gehen lässt, dessen Innenseite zahlreiche halbkugelartige Vertiefungen aufweist. In diese Zellen lagern sich die kleinen und zerschlagenen Getreidekörner sowie die meisten Fremdkörper ein, fallen beim weiteren Drehen des Cylinders in eine Mulde und werden meist durch eine in einem Halbrohr laufende Schnecke nach aussen entfernt, während die dicken Körner von der inneren Trommeloberfläche abgleiten. Die meisten neueren Trieure sind gleichzeitig mit einem Siebcylinder kombiniert, so dass neben der Form auch nach der Grösse sortiert wird. Der erste Trieur dieser Art wurde von Marot in Niort konstruiert und von Lhuillier in Vachon verbessert. In Deutschland ist gegenwärtig wohl der Trieur von Mayer und Co. in Kalk a/Rh. am gebräuchlichsten. Seine qualitative Leistung ist hervorragend, dagegen die quantitative nur gering und der Anschaffungspreis verhältnissmässig hoch, so dass die Maschine teuer arbeitet. An dieser Stelle sei auch der Vollständigkeit halber das Sortierverfahren mittels Cribleurs erwähnt. Diese von Josse und Hignette konstruierte Schwingsortiermaschine stellt einen auf Federn schräg aufgestellten dreieckigen Tisch vor. Durch seitliche Vibrationen verschieben sich die auf die Platte aufgeschütteten Körner derart, dass die absoluten und spezifisch schwereren nach unten sinken, die leichteren nach oben steigen. Für runden Samen ist wegen dessen Beweglichkeit das Verfahren nicht anwendbar, nur bei Hafer gibt es gute Resultate (1), ist aber auch da sehr teuer, da quantitativ wenig leistend.

Das Sortieren nach ausschliesslich spezifischem Gewicht in Flüssigkeiten endlich hat nur für den speziellen Saatgutzüchter Interesse. Wollny erklärt in Konsequenz seiner Ansicht, das spezifische Gewicht sei kein Wertfaktor, dieses Verfahren für bedeutungslos. Dagegen empfiehlt es K. von Langsdorff. (25) Die zu sortierenden Körner werden in ein mit einer Salzlösung gefülltes Gefäss gebracht. Je koncentrierter die Lösung ist, desto schwerer sind die untersinkenden Körner. Man kann also Relationen zwischen dem Koncentrationsgrad der Lösung und dem spezifischen Gewicht



Aelteste
Getreidecentrifuge
von Ljungquist.
1752.

der Körner herstellen. Mehrere Praktiker haben auf diesem Wege eine vorzügliche Qualität der Braugerste und aussergewöhnlich gute Ernteresultate erzielt. Mitunter wird Rübensamen auf diese Art sortiert, indem man ihn in einer Salzlösung von bekannter Koncentration derart trennt, dass nur die untersinkenden, also dichteren Körner zur Aussaat benutzt werden. Dieses Verfahren ist auch in Japan stellenweise zur Sortierung des Reis (26) üblich. Dem gegenüber stellte Marek bei ähnlichen Versuchen fest, dass die kleinen und minder ausgereiften Körner spezifisch schwerer waren als die grossen und reifen, während doch offenbar letztere die bessere Qualität darstellten. Er folgert daraus, diese Methode sei zur Wertbestimmung nicht zu benutzen. Da mithin alle obigen Ausleseverfahren zu wünschen übrig lassen, hat man neuerdings auf ein schon früher in Vorschlag gebrachtes Verfahren, die Anwendung der Schleuderkraft, zurückgegriffen. Man kehrt hierbei insofern zu dem primitiven Wurfen zurück, als auch hier das Korn gegen die stehende Luft geworfen wird. Doch wird die menschliche Hand durch eine kontinuierliche Rotation ersetzt, die man auf ein um seine Axe rotierendes, das Saatgut enthaltendes Gefäss einwirken lässt. Man erhält so eine radial von der Axe fortgerichtete Kraft, deren Grösse dem Abstand von der Axe proportional und deren Quadrat der Umdrehungszahl in der Minute umgekehrt proportional ist. Der erste unausgeführt gebliebene Vorschlag einen derartigen Apparat zur Getreidesortierung anzuwenden, ging von dem Schweden Ljungquist aus und ist in den Verhandlungen der schwedischen Akademie 1752 niedergelegt. Die der Abhandlung beigegebene Zeichnung möge nebenstehend Platz finden. Es erhellt aus ihr, dass es sich um einen rotierenden Behälter handelt, der das Getreide aus sich herausschleudert und noch Dichtigkeit und Gewicht in koncentrischen Kreisen um sich anordnet. Die Auslese muss um so gleichmässiger sein, als der eine Faktor, die stehende Luft, constant ist, während etwaige Schwankungen des andern Faktors, der

Umdrehungsgeschwindigkeit, durch das Beharrungsvermögen der Centrifuge wieder ausgeglichen werden.

Die erste Centrifuge nach diesem Princip wurde erst von dem Grafen Berg auf Sagnitz in Livland gebaut. Sie stellt ein vorzüglich qualificiertes Saatgut her, beansprucht aber einen derartigen Raum — 10 m im Umkreis —, dass sich nur schwer ein geeigneter Ort zur Aufstellung finden dürfte. Ausserdem erfolgt auch hier die Trennung der Sorten nicht automatisch. In England wandte man schon in der Mitte des vorigen Jahrhunderts bei manchen Sortiermaschinen das Schleuderprincip an, doch blieb es bei vereinzelten Versuchen. So baute Stephens ein vertikales feinmaschiges Cylindersieb (27) von 6 Fuss Durchmesser, das in der Axe durch eine Riemenübertragung gedreht wurde. Das hineinfallende Getreide wurde gereinigt, indem durch die Centrifugalkraft Staub und kleine Körner durch die Maschen nach aussen flogen, die gereinigten Körner aber durch eine archimedische Schraube nach aussen entfernt wurden. Dieser wegen seiner Grösse nur durch Wasser oder Dampf zu treibende Apparat war aber nur für die Mühlenindustrie bestimmt. Dagegen konstruierten Hick und Sohn in Bolton eine sich den heutigen Formen nähernde Maschine. Die zur Anwendung kommende Trommel sortiert um einen vertikalaxialen Stab und functionniert nach dem Prinzip einer stehenden Kaffeemühle. Ein kegelartiges Gehäuse bedeckt das Ganze. Die Trommelwände werden von dreiseitigen Stahlstäben gebildet, die, feilenartig zugehauen, die Schneide nach innen kehren. Durch ihre Zwischenräume lassen sie alle Verunreinigungen, aber kein Getreide passieren. (Bei einer Weiterstellung der Stäbe entstände eine sortierende Centrifuge). Indessen fanden weder diese umfangreichen Apparate, noch die nach einer Richtung werfenden Construktionen Eingang, wie das Wurfrad mit liegender Welle von Olof Sundgreen (28) oder Röbers Rapid (29). Auch hier ist der Raumbedarf noch zu gross, der Antrieb zu schwierig. Diese Uebelstände sucht die von Kayser in Leipzig ge-

baute Centrifuge (30) zu vermeiden und zugleich durch Combination aller vorhandenen Auslesesysteme ein mehrfaches Reinigen überflüssig zu machen. Sie befolgt dabei den richtigen Grundsatz, erst nach Gewicht, dann nach Grösse und Form zu sortieren. Das Getreide wird zunächst mit Windstrom von leichteren Teilen gereinigt, dann durch einen Trieur von Unkrautsamen, Bruchkörnern und Fremdkörpern befreit und schliesslich durch Schleudertrommel und Siebmantel (erstere ganz wie bei dem Hickschen Modell) in drei Sorten eingeteilt. Diese kombinierte Auslese garantiert einerseits möglichste Reinheit und beste Qualität des Saatguts, andrerseits können nicht, wie vielfach beim Trieur, gute Körner in den Abgang übergehen. Eine Prüfung durch die sächsische Maschinen-Prüfungskommission in Leipzig ergab sehr befriedigende Resultate, ebenso eine in Breslau durch Prof. Dr. von Rümker und Prof. Luedeke erfolgte Untersuchung, deren Ergebnisse hier angeführt werden sollen.

Qualitatives Sortierungsergebnis bei verschiedener Ringstellung.

Gerste	100 Korngewicht g	Litergewicht g	Verunreinigung %
Unsortiert	3,623	650,6	1,16
Sortiert: I. Qualität Ring hoch	4,644	670,6	0,146
„ „ tief	4,235	669,8	0,57
II. Qualität Ring hoch	3,770	646,2	0,201
„ „ tief	3,529	640,2	0,41
III. Qualität Ring hoch	2,499	573,2	1,094
„ „ tief	2,496	584,5	0,99

Quantitatives Sortierungsergebnis bei verschiedener Ringstellung.

Gerste	I. Qualität %	II. Qualit. %	III. Qualit. %	entfernte Verunreinig. %
Ring hoch (verarb. Quant. 10,45 kg.)	18,18	71,29	6,71	3,82
Ring tief (verarb. Quant. 45,79 „	40,92	54,18	4,63	0,27

Professor von Rümker kommt zu dem Schluss, dass die Kaysersche Centrifuge den von ihm an einen brauchbaren Sortierapparat gestellten Ansprüchen:

1) Vorzügliche qualitative und hervorragende quantitative Leistung.
2) Möglichst bescheidene Raumansprüche.
3) Leichte Transportfähigkeit.
4) Möglichst geringe Betriebskraft.
5) Selbsttätige Trennung der verschiedenen Kornsortimente.
6) Nicht zu hoher Anschaffungspreis.
7) Geringe Abnutzung und geringes Reparaturbedürfnis, also Dauerhaftigkeit,

von allen bis jetzt existierenden Korncentrifugen noch am ehesten entspricht, und vor allen anderen Sortiermaschinen den Vorzug verdient, dass sie ein gutes Sortierprodukt liefert und Arbeit erspart.

Die Frage, ob bei der Sortierung das spezifische Gewicht eine Rolle spielt, wird noch offen gelassen und angedeutet, die Sortierung könne vielleicht überwiegend nach der Form erfolgen, da die letzte Sortierung durch eine Siebtrommel geschehe. Die Lösung dieser Frage wird ferneren Untersuchungen vorbehalten. An diesem Punkt nun setzt der experimentelle Teil meiner Arbeit ein; er macht es sich zur Aufgabe nach Möglichkeit festzustellen, ob die Kaysersche Centrifuge wirklich nach absolutem und spezifischem Gewicht sortiert. Zum besseren Vergleich ihrer Leistungen wurden die beiden anderen gebräuchlichsten Maschinensysteme,

Windfege und Trieur, herangezogen, und die bei jedesmaliger Auslese entstehenden Kornsortimente bezüglich ihrer Qualität und Quantität verglichen. Endlich wurde der Frage nahe getreten, ob kombinierte Auslese ratsam sei, d. h. ob man die Wirkung der einen Maschine durch die andere verstärken, z. B. ein Saatgut erst über die Windfege, dann über den Trieur u. s. w. gehen lassen solle. Die zur Lösung dieser Fragen nötigen experimentellen Arbeiten zerfallen in zwei Teile. Zunächst wurden durch Arbeiten mit den Maschinen unter möglichster Annäherung an die Verhältnisse der Praxis die erforderlichen Kornsortimente hergestellt und dann diese Ausleseprodukte einer eingehenden und möglichst vielseitigen Untersuchung unterworfen.

Da zur Zeit kein andres Saatgut zu beschaffen war, mussten sich die Experimente auf Roggen beschränken. Die erhaltenen Resultate beziehen sich also immer nur auf diese Getreideart, doch besteht einige Wahrscheinlichkeit, dass sie auch bei Weizen und Gerste, die hinsichtlich ihrer äusseren Gestalt mit dem Roggen grosse Ähnlichkeit haben, einigermassen zutreffen, wogegen dies bei Hafer weniger der Fall sein dürfte.

II. A.

Die mechanische Sortierung wurde vom 6. bis 16. Oktober auf der Tenne der Scheune des Versuchsfeldes der Kgl. Universität Breslau vorgenommen. Der zur Sortierung gelangende Roggen stammte von reiner Schwarzbrache und zeigte ziemlich schmächtige Körner; er musste, da nur mit dem Göpel gedroschen, zunächst von Stroh und Spreu gereinigt werden; über diese Vorreinigung liegen keine Beobachtungen vor, da es bei den Versuchen weniger auf Reinigung als auf Sortierung des Saatguts ankam. Zur Sortierung benützt wurde ein Trieur der Firma Meyer und Co. in Kalk a/Rhein, der eine rotierende Trommel und Siebcylinder enthält, ferner zwei Windfegen und eine Centri-

fuge. Letztere beiden Maschinen wurden von ihren Herstellern, den Herren Röber-Wutha und Kayser-Leipzig in liebenswürdiger Weise dem Institute zur Verfügung gestellt.

Röbers neueste verbesserte Windfege „Original Triumph“ Modell 1902 besteht in der Hauptsache aus dem Rumpf, dem Ventilator, dem Auffangkasten und dem Ablaufboden. Das zu sortierende Korn wird in den Rumpf geschüttet, worauf der Ventilator durch eine Handkurbel in Bewegung gesetzt und der Einlaufschieber geöffnet wird. Das Korn fällt nun in der ganzen Breite der Maschine senkrecht nach unten, wird aber durch den vom Ventilator erzeugten in der Diagonale nach oben wirkenden Luftstrom von seinem Fall mehr oder weniger abgelenkt. Die Scheidung der in verschiedener Entfernung niederfallenden Körner wird durch einen dreieckigen auf der Seite verschiebbaren Körper und einen am hinteren Ende der Maschine angebrachten Schieber bewirkt. Die schwersten Körner werden schon von dem ersten Scheidekörper abgefangen und rollen auf einem Auslaufsboden unterhalb des Ventilators nach aussen. Die leichtere Sorte wird durch den Schieber zurückgehalten und fällt in einen unterhalb angebrachten Kasten. Dagegen fliegen leichtere Beimengungen, Bruch- und Schmachtkörner aus der Maschine hinaus.

Die Kayserche Getreide-Centrifuge, Unkrautauslese- und Reinigungsmaschine No. 2, D. R.-P. 76119 ist, wie schon bemerkt, eine Kombination von Windfege, Trieur und Centrifuge. Sie setzt sich im wesentlichen zusammen aus einem zum Einschütten bestimmten Rumpf mit selbsttätiger Speisewalze, einem Windgebläse, einem Sortiercylinder und einer Siebtrommel. Der Antrieb aller dieser Vorrichtungen geht von der horizontalen Hauptachse aus, die durch eine etwa 50 Touren pro Minute zurücklegende Kurbel bewegt wird. Sie überträgt ihre Rotation

1. auf ein Kettenrad von 37 Zähnen, das die Speisewalze antreibt, deren Achse ihrerseits durch einen Schnurlauf den vierflüglichen Bläser der Windfege in Drehung versetzt.

2. Auf einen Schnurlauf, der den Trieurcylinder dreht.
3. Auf ein Schneckenrad mit 40 Zähnen, das durch eine weitere Übertragung die eigentliche Centrifuge rotieren lässt.

Dreht sich die Kurbel 50 mal, so macht die Speisewalze 103, der Bläser 680, der Trieur (Auslesecylinder) 33, die Centrifuge 250 Rotationen pro Minute. (31)

Der aus Zinkblech bestehende 50 cm. lange Auslesecylinder ist leicht auswechselbar und dreht sich in zwei Lagern. Der untere Teil der Maschine enthält die eigentliche Centrifuge, die von drei mantelartigen Räumen koncentrisch umgeben und vollständig in ein Gehäuse eingeschlossen ist, sodass Unfälle uud nachträgliches eigenmächtiges Eingreifen des Personals nicht vorkommen können.

Die Centrifuge stellt eine Stabsiebtrommel dar, bestehend aus Stahlstäben von 2,4 mm Dicke und 20 cm. Länge, die in Abständen von je 1,7 mm. dem Boden federnd aufsitzen. Oben gehen die Stäbe auf 3,4 mm Abstand auseinander. Die Sortierung geht nun folgendermassen von statten: Das in den weiten oberen Behälter eingeschüttete Getreide passiert den Schieber und die Speisewalze und rutscht über ein schräges Blech durch den Windstrom des dahinter liegenden Gebläses nach rückwärts in einen Schüttelkasten. Spreu und ganz leichte Körner werden hierbei über die Kante eines mehr oder weniger schräg gestellten Windbrettes nach aussen geblasen. In dem Schüttelkasten gelangt das Getreide durch Rütteln und Stossen abwärts auf ein Sieb, welches grössere Beimengungen, Ähren, Steine u. s. w. ausliest und in einem aussen angebrachten Kasten sammelt. Die durchfallenden Körner gelangen dagegen in den schräggestellten Auslesecylinder, in dessen Innenzellen Bruchkörner und Unkraut sich einlagern. Durch Drehen des Cylinders fallen diese Beimengungen aus den Zellen in eine im Innern befindliche Blechmulde und aus dieser in ein besonderes Gefäss. Bei jeder Umdrehung schlägt ein Hammer gegen die Trommel und beschleunigt die Abwärtsbewegung der Körner. Die grossen Körner, die den Trieur passiert haben, fallen an

dessen unterem Ende in einem Trichter und aus diesem in die oben beschriebene Centrifuge.

Die Centrifugalkraft der um ihre vertikale Achse rotierenden Stabtrommel wirft das Saatgut gegen deren Innenmantel und verleiht ihm die Tendenz sich durch den Trommelmantel einen Weg nach aussen zu suchen, indem es an den schrägen Stabwänden emporsteigt. Da nun die Zwischenräume der Stahlstäbe nach oben zu sich erweitern, werden die Körner an dem Punkte den Mantel passieren, wo ihre Durchmesser hinter der Entfernung der Stäbe zurückbleibt. Die dünneren Körner werden sich also durch die engen Spalten der unteren Trommel einen Ausweg suchen und sich in dem innersten der die Centrifuge konzentrisch umgebenden Räume ansammeln. Es entsteht so eine dritte Sorte. Die stärkeren Körner passieren den Mantel an einer höheren Stelle und gelangen so in den zweiten, den ersten umschliessenden Hohlraum und bilden die zweite Sorte, während die stärksten Körner, deren Durchmesser die Zwischenräume der oberen Enden übersteigt, den Mantel überhaupt nicht passieren, sondern über den oberen Rand der Trommel hinweg in den dritten, die beiden anderen einschliessenden Hohlraum gelangen. Sie stellen die erste Sorte dar. Jeder dieser drei Hohlräume besitzt ein besonderes Auslaufsrohr, das die angesammelten Körner in untergestellte Behälter ablaufen lässt.

Das Verhältnis zwischen erster und zweiter Sorte lässt sich durch einen Stellring beliebig regulieren. Steht er tief, so gelangen mehr Körner in die erste, weniger in die zweite Sorte, steht er hoch, so wird auf Kosten der ersten Sorte die zweite Sorte reichlicher ausfallen.

Während der Rotationen drücken zwei mit Gummi überzogene Rollen beständig gegen die federnden Stahlstäbe und beseitigen so Körner, die sich etwa in den Zwischenräumen festgeklemmt haben, so dass der sortierende Mantel immer rein bleibt.

Die Centrifuge besitzt zwei Auslesecylinder, einen für die Reinigung von Gerste und Hafer, einen für Roggen und Weizen. Ist Flegeldrusch vorher von Stroh und Spreu zu

reinigen, empfiehlt es sich zunächst die Maschine ohne Trieur als einfache Windfege zu benützen. Die Kosten der Centrifuge 2 betragen 354 M.

Vorversuche.

Vor Ausführung der eigentlichen Sortierungsversuche musste eine Reihe von Vorversuchen angestellt werden, um bei jeder Maschine das Optimum der Wirkung festzustellen. Es wurde zunächt die Weite des Auslaufs reguliert, um für alle folgenden Versuche dauernd dieselbe zu bleiben. Hierbei sprachen aber neben der Rücksicht auf das qualitative auch solche auf das quantitative Optimum mit.

Bei der Windfege, deren Öffnung regulierbar und in 10 Teile eingeteilt ist, wurde No. 3 gewählt, um einerseits eine scharfe Auslese vornehmen zu können, andererseits von den Bedürfnissen der Praxis nicht zu sehr abzuweichen. Eine engere Stellung der Öffnung hätte wohl ein noch besseres Resultat ergeben, denn in je dünneren Schichten das Getreide herabfällt, desto besser kann das durch den Ventilator erzeugte Gebläse auf die herabfallenden Körner wirken und das Getreide reinigen. Doch wäre bei einer derart scharfen Auslese zu wenig Saatgut erster Sorte entstanden. Für die Centrifuge, deren Auslauf nicht durch Zahlen markiert ist, wurde eine möglichst entsprechende Öffnung gewählt und beibehalten. Der Auslauf des Trieurs besitzt keine Stellvorrichtung. Die Mulde im Innern des Auslesecylinders der Centrifuge und des Trieurs, deren Aufgabe darin besteht die durch die Zellen aufgenommenen Beimengungen von Bruch- und runden Körnern aufzunehmen erhielt bei beiden Maschinen eine mittlere Stellung.

Eine Regulierung verlangte ferner noch bei der Windfege das Dreieck, dem die Sortentrennung obliegt. Es wird durch einen Eisenstab, der an seiner Unterseite 12 Kerben trägt, der Ausflussöffnung genähert, oder von ihr entfernt. Geschieht ersteres, so wird die erste Sorte quantitativ stärker, aber im Wert geringer, geschieht letzteres, so erfolgt eine schärfere Auslese. Ich stellte auf Kerbe 3 ein in möglichster Nähe der Ausflussöffnung.

Bei den Versuchen selbst wurde darauf gesehen, dass das zu sortierende Saatgut jedesmal die gleiche Beschaffenheit hatte. Es wurden also die einzelnen Sortimente, nachdem sie gesondert gewogen waren, wieder dem Kornhaufen, dem sie entnommen, zugesetzt und das Ganze jedesmal sorgfältig durchgeschaufelt. Es konnte daher nicht vorkommen, dass etwa ein Teil des Haufens, dem das zu sortierende Getreide entnommen war, eine bessere oder schlechtere Beschaffenheit gehabt hätte als ein anderer.

Ein weiteres Erfordernis einer gleichmässigen Sortierung war es bei den verschiedenen Einzelversuchen jedesmal dieselbe Umdrehungszahl der Kurbel beizubehalten. Es wurden, um das Optimum der Drehungen pro Minute festzustellen, Vorversuche gemacht, deren Ergebnisse hier auszugsweise niedergelegt sind.

Windfege*).

Touren-zahl		Zeit-dauer	Zahl der Umdreh. in 1 Min.	Leistung in 1 Std.		100-Korngew.		Hektoliter-gewicht.	
				kg.	Ctr.	I.	II.	I.	II.
1	106	2,28	43	730	14,60	2,80	2,21	70,0	65,9
4	111	2,25	46	744	14,88	2,71	1,91	69,8	63,1
8	115	2,19	50	774	15,48	2,95	2,34	69,8	64,5
12	122	2,16	54	795	15,81	3,02	2,47	71,0	67,9
15	124	2,13	56	810	16,20	3,12	2,79	70,2	68,9
18	131	2,7	62	845	16,90	3,05	3,07	70,0	69,5

Das Optimum der Drehungen liegt also bei der Windfege bei etwa 56 Touren pro Minute.

Für den Trieur ergab sich kein so bestimmtes Resultat. Das zur Prüfung herangezogene 100-Korngewicht schwankte, scheinbar ganz unabhängig von der Tourenzahl, in weiten Grenzen.

*) Auszug aus Tabelle I des Anhangs.

Trieur*).

Touren-zahl	Zeit-dauer	Zahl der Umdreh. in 1 Min.	Leistung in 1 Std. kg.	Ctr.	100-Korn-gewicht I.	II.	Hectoliter-gewicht I.	II.
134	2,24	56	250	5,00	3,55	2,03	72,0	68,1
143	2,16	63	263	5,26	3,65	1,95	72,6	66,6
150	2,11	69	275	5,50	3,72	2,12	72,5	67,3
150	2,9	70	278	5,56	3,48	2,05	72,7	67,0
152	2,7	72	282	5,64	3,53	2,06	73,0	66,5
160	2,0	80	300	6,00	3,45	2,03	72,1	66,4

Der Grund für das negative Resultat liegt in der Arbeitsweise der Maschine. Die Sortierung beruht hauptsächlich auf dem rotierenden Cylinder; nur wenn die Getreideschicht im Innern desselben zu dicht würde, so dass nicht mehr das einzelne Korn sämtliche Löcher passieren könnte, würde das Resultat des Prozesses beeinträchtigt werden. Das ist aber nicht der Fall, da der Einlauf knapp bemessen ist und demgemäss nie zu viel Getreide sich im Cylinder sammeln kann. Die Tourenzahl wurde schliesslich auf 70 festgestellt und bei den folgenden Versuchen beibehalten.

Centrifuge**).

	Touren-zahl	Zeit-dauer	Zahl d. Um-drehg. i. 1 Min.	100-Korngewicht I.	II.	III.	Hektolitergewicht I.	II.	III.
Ring hoch.	138	3,12	43	3,02	2,55	1,70	70,1	69,4	63,0
	139	3,10	44	3,18	2,61	1,78	70,7	70,0	64,2
	138	3,04	45	2,80	2,50	1,74	69,4	70,0	64,9
Ring mittel.	140	3,14	43	3,22	2,60	1,60	71,7	69,8	64,3
	137	3,8	44	3,30	2.57	1,73	70,7	69,0	62,8
	139	3,11	46	3,14	2,69	1,68	71,2	69,8	63,8
	140	3,15	43	3,59	2,80	1,58	71,7	68,9	63,0
Ring tief.	136	3,06	44	3,70	2,70	1,67	70,3	67,5	63,1
	137	3,05	44	3,65	2,85	1,56	72,0	69,5	63,0

*) Auszug aus Tabelle V des Anhangs.
**) Auszug aus Tabelle III des Anhangs.

Ebenso ist bei der Centrifuge die Anzahl der Umdrehungen ohne grössere Bedeutung wie aus vorstehender Tabelle zu ersehen ist, deren Versuche neben dem Moment der Ringstellung auch nach der Tourenzahl geordnet sind. Die Qualität der erzeugten Sorten ist viel weniger von der Umdrehung als von der Ringstellung abhängig (32), da wie schon erwähnt die Beharrungskraft etwaige Umdrehungsschwankungen ausgleicht. Ganz von selbst aber ergiebt sich eine Tourenzahl von etwa 44 pro Minute als die angemessenste, da eine schnellere Drehung auf die Dauer zu anstrengend wirkt, eine langsamere quantitativ zu wenig leistet. Das Einhalten der einmal als Optimum festgestellten Tourenzahl geschah durch lautes Zählen unter Zuhilfenahme des Sekundenzeigers einer Uhr.

Nachdem so das Optimum der Tourenzahl jeder Maschine gefunden war, wurde eine neue Vorrichtung der Windfege einer Prüfung unterzogen. Zu diesem Zweck wurde eine verbesserte Windfege, die in der Folge mit I bezeichnet werden soll, mit einer verbesserten (No. II) bezüglich der Resultate der Sortierung verglichen.

Die Windfege hat, wie im allgemeinen Teil erwähnt, den Nachteil, dass der Windstrom die Körner beim Fallen in verschiedene Stellungen fasst, also bei der stets veränderten Oberfläche auch verschieden sortierend wirkt. Diesem Übelstand soll ein in Windfege II befindlicher mit Rillen versehener Einsatz abhelfen. Er soll die vom Windstrom erfassten Körner zwingen in der Längsrichtung, die Spitze nach vorn, die Rillen passierend den Apparat zu verlassen und so dem Windstrom stets dieselbe Fläche darzubieten.

Um eine möglichst genaue Übereinstimmung der Versuche zu erzielen, wurden beide Apparate durch eine Übertragung derart verbunden, dass eine Kurbeldrehung an der einen Maschine auch die andere in Betrieb setzte. Trotz des so erzielten völlig gleichmässigen Ganges und der genau gleichgestellten Auslaufsvorrichtung war regelmässig die eine Maschine wenige Sekunden vor der andern leer, was beweist, dass auch beim sorgfältigsten Bau kleine Differenzen

in der Leistung nicht zu vermeiden sind. Im Übrigen bewährte sich die an Windfege II angebrachte Vorrichtung bei Roggen nur wenig, da die Rillen schon nach wenigen Minuten von quergestellten Körnern und Fremdkörpern verstopft waren und den nunmehr passierenden Körnern ein direktes Hindernis entgegensetzten, also das Gegenteil ihres Zweckes bewirkten. Im Sortierungsergebnis wird das dadurch deutlich ausgedrückt, dass die I. Sorte dieser Maschine zwar quantitativ geringer, aber qualitativ durchaus nicht besser wird*).

Laufende Nummer	Tourenzahl	Zeitdauer	Zahl der Umdrehungen in 1 Minute	100 Korngewicht		Hektolitergewicht	
				I.	II.	I.	II.
I. 21a	117	2,18	51	3,01	2,30	71,0	66,5
II. 21b	123	2,17	52	2,96	2,29	70,8	67,8
I. 23a	115	2,21	49	2,92	2,10	69,5	64,3
II. 23b	113	2,22	48	2,82	2,08	71,4	65,4
I. 25a	112	2,23	47	2,71	2,25	69,2	63,0
II. 25b	112	2,23	47	2,70	1,96	70,0	62,3
I. 27a	113	2,21	48	2,94	2,16	69,1	68,1
II. 27b	111	2,22	47	2,86	2.25	70,2	70,3

Nur das Litergewicht erhöht sich etwas gegenüber dem von Windfege I, was aber kein Beweis einer besseren Qualität ist. In Konsequenz dieses negativen Ergebnisses wurden die späteren Versuche mit der Windfege I vorgenommen**).

Die weiteren Versuche fanden in der Reihenfolge statt, dass erst jede Maschine einzeln geprüft und dann Kombinationen vorgenommen wurden, indem das von der einen

*) Auszug aus Tabelle II des Anhangs.

**) Wie ich inzwischen erfahre, ist die Vorrichtung unterdessen weiter verbessert worden und hat bei einer Prüfung in Königsberg gute Resultate ergeben.

Maschine ausgelesene Saatgut über eine andere geschickt wurde.

Jede dieser Prüfungen wurde zur besseren Kontrolle mehrfach wiederholt und von dem zuletzt ausgelesenen Saatgut eine Durchschnittsprobe entnommen und zu weiteren genaueren Untersuchungen aufbewahrt. Indem die Zeit, die jeder Versuch in Anspruch nahm, und die angewandte Tourenzahl jedesmal notiert, und jede durch die Auslese entstandene Sorte, sowie der abgeschiedene Abfall gewogen und prozentisch auf die ganze aufgegebene Saatmenge zurückgerechnet wurde konnte ein ziemlich genauer Rückschluss auf die

B.

a. Quantitative Leistung

der angewandten Maschinen gezogen werden, die für die Praxis von höchster Wichtigkeit ist.

Sie ist in nicht geringem Masse von der Tourenzahl abhängig, die, um einen einheitlichen Vergleichspunkt zu gewinnen, auf die Zeiteinheit einer Minute umgerechnet wurde. Die Windfege leistet im Durchschnitt aller angestellten Versuche pro Stunde 794 kilo bei durchschnittlich 53 Touren pro Minute. Diese Leistung fällt bei 43 Touren pro Minute auf 730 und steigt bei 61 Touren auf 840.

Desgleichen wurden durch die Centrifuge pro Stunde:

283 kilo in 44 Touren pro Minute sortiert
277 „ „ 43 „ „ „ „
303 „ „ 46 „ „ „ „

Endlich sortierte der Trieur:

in 70 Touren 278 kilo
„ 69 „ 257 „
„ 80 „ 300 „

Im Durchschnitt leistet also die Windfege weitaus das meiste, über das $2^1/_2$ fache der beiden andern Maschinen, die quantitativ ungefähr auf gleicher Stufe stehen. Es leuchtet das unmittelbar ein, wenn man die kleine Einlaufsvorrichtung an Trieur und Centrifuge mit der etwa 3mal so umfangreichen der Windfege vergleicht. Letztere ist also nicht nur dem Preise nach am wohlfeilsten, sondern arbeitet auch am billigsten.

b.

1. Die Qualität

der erhaltenen Kornsortimente wurde teils sofort, teils später im Laboratorium bestimmt.

α) Das absolute Gewicht.

wurde auf einer quantitativen Wage unmittelbar nach jedem Versuch festgestellt, indem aus einer sorgfältig entnommenen Durchschnittsprobe 3 mal je 100 Körner abgezählt und bis zur zweiten Dezimalstelle gewogen wurden. Das Mittel dieser drei Wägungen ergab das absolute Korngewicht. Im allgemeinen stimmten die drei Wägungen unter einander gut überein, die grösste Konstanz zeigten die Korngewichte der Centrifuge, dann die des Trieurs, zuletzt die der Windfege. Diese Tatsachen lassen einen Rückschluss auf die Gleichmässigkeit der Auslese zu. Die Zuverlässigkeit dieser Methode der 100 Korngewichtsbestimmung ist in einer kürzlich in Leipzig erschienenen Arbeit angezweifelt worden (33). Es wird hier die Ansicht vertreten, dass die bisherige Art der Qualitätsbestimmung ungenau und geeignet sei ein ganz falsches Bild der Qualität zu geben. Zuverlässige Resultate könne man nur erhalten, wenn man die Zahl der Körner innerhalb einer bestimmten abgewogenen Menge durch Zählung ermittele. Je geringer die Körnerzahl, desto grösser sei die Qualitätsverbesserung und umgekehrt. Es ist klar, dass die auf diese Art gewonnenen Resultate unanfechtbar sind, doch ist die Zählung so grosser Körnermengen etwas

mühselig und auf Ausstellungen, wo es sich oft um Leistungsprüfungen von Maschinen in kurzer Zeit handelt, nur schwierig durchzuführen. Um aber darüber Aufschluss zu erhalten, ob die durch Zählung von je 100 Körnern erhaltenen Resultate wirklich so unzuverlässig seien, wurde der auf diese Art entstandenen Zahlenreihe eine zweite gegenübergestellt, erhalten durch Zählung der in je 50 gr. enthaltenen Roggenkörner. Die gefundene Zahl ergab mit 20 multipliziert die Anzahl der Körner im Kilogramm. Die Gegenüberstellung beider Zahlenreihen ergibt eine ziemlich weitgehende Übereinstimmung derart, dass sich die entsprechenden Zahlen umgekehrt proportional verhalten. Den Grad dieser Proportionalität suchte ich dadurch genauer festzustellen, dass zunächst Durchschnittszahlen ermittelt wurden, indem einerseits sämtliche Zahlen der Kolonne I, andererseits sämtliche Zahlen der Kolonne V addiert und durch die Zahl der Versuche dividiert wurden. Indem ich Relationen zwischen den entsprechenden Zahlen herstellte, entstand eine dritte Kolonne, die ich, da durch Rechnung gefunden, als theoretische bezeichnete. Die Abweichung der wirklichen von der gefundenen Zahl wurde jedesmal festgestellt und in Prozenten ausgedrückt, wodurch eine dritte und vierte Kolonne entstand.

Auf diese Art erhält man einen deutlichen Einblick in die Höhe der Abweichungen. Diese halten sich, wie aus Kolonne IV ersichtlich, in ziemlich engen Grenzen. Wenigstens halte ich eine Abweichung von 4 %, wie sie uns im Durchschnitt bei der I. Sorte, auf die es am meisten ankommt, entgegentritt für diese Art der Untersuchung für belanglos, jedenfalls nicht für gross genug, um die ganze Methode der 100 Korngewichtsbestimmung als unzuverlässig zu verwerfen.

Was die Versuchsresultate im einzelnen anbelangt, so zeigt sich bei der Centrifuge der grosse Einfluss der Ringstellung auf die Qualität derart, dass letztere desto besser wird, je höher der Ring steht*).

*) Durchnittsresultate von Tabelle III des Anhangs.

Tourenzahl	Zeitdauer	Zahl d. Umdreh. in 1 Min.	Leist. in 1 Std. kg.	100 Korngewicht I.	II.	III.	Hektolitergewicht I.	II.	III.
Ring tief 138	3,09	44	286	3,00	2,55	1,74	70,0	69,8	64,0
Ring mitt. 139	3,11	44	283	3,22	2,62	1,67	71,2	69,5	63,6
Ring hoch 138	3,09	43	286	3,64	2,78	1,60	71,3	68,6	63,0

Das Korngewicht der Windfege bleibt mit 3,15 gr. um 0,49 hinter dem Höchstgewicht der Centrifuge zurück, die also eine grosse Überlegenheit zeigt*).

Tourenzahl	Zeitdauer	Zahl der Umdrehg. in 1 Min.	Leistung in 1 Std. kg.	100-Korngewicht I.	II.	Hectolitergewicht I.	II.
117	2,18	52	725	3,15	2,72	72,2	69,7

Ein besseres Resultat ergibt der Trieur mit 3,50 gr.**).

149	2,11	68	275	3,50	2,17	72,5	67,1

Merkwürdiger Weise ist eine Kombination von Windfege und Trieur keineswegs imstande das Korngewicht zu verbessern***).

	Tour.-zahl	Zeitdauer	Zahl der Umdrehg. in 1 Min.	Leistg. i. 1 Std. kg.	100-Korngewicht I.	II.	Hectolitergewicht. I.	II.
Windfege	83	1,27	57	821	3,01	2,37	73,0	69,4
Trieur	38	0,33	70	278	3,25	2,38	72,9	70,4
Differenz					0,24	0,01	−0,1	1,0

*) Durchschnittsresultate von Tabelle I des Anhangs.
**) Durchschnittsresultate von Tabelle V des Anhangs.
***) Durchschnittsresultate von Tabelle VII des Anhangs.

Man sollte erwarten, dass das Resultat mindestens im Mittel des Korngewichts der beiden Maschinen stehen würde, Tatsächlich steigt es aber gegenüber dem der Windfege nur auf 3,22 und 3,25 gr., also um 0,7 und 0,10 gr.*) Der einzige Vorteil dieser Kombination würde also eventuell in der Herstellung einer grösseren Ausgeglichenheit und Gleichmässigkeit der Körner zu suchen sein. Auch eine Verbesserung des Centrifugenmaterials durch den Trieur ergibt nur eine kaum nennenswerte Steigerung**) des Korngewichts,

	Tour.-zahl	Zeitdauer	Zahl der Umdrehg. in 1 Min.	Leistg. i. 1 Std. kg.	100-Korngewicht I.	100-Korngewicht II.	Hectolitergewicht I.	Hectolitergewicht II.
Centrifuge	276	6,21	43	282	3,52	2,77	70,8	69,7
Trieur	26	0,21	74	291	3,72	2,63	71,2	68,3
Differenz					0,20	−0,14	0,4	— 1,4

was beweist, dass der kleine in die Centrifugenmaschine eingebaute Trieur ziemlich gut funktioniert hat. Dagegen hat umgekehrt das Centrifugieren des durch den Trieur gewonnenen Saatguts eine bedeutende Verbesserung desselben um 0,70 gr. zur Folge gehabt***).

	Tour.-zahl	Zeitdauer	Zahl d. Umdrehg. i. 1 Min.	Leistg. in 1 Std. kg.	100 Korngewicht I.	100 Korngewicht II.	Hectolitergewicht I.	Hectolitergewicht II.
Trieur	297	4,22	68	274	3,03	2,06	71,0	65,9
Centrifuge	78	1,48	43	282	3,73	3,09	71,7	71,3
Differenz					0,70	1,03	0,7	5,4

*) Die Verbesserung bezieht sich immer auf die I. Sorte.
**) Durchschnittsresultate von Tabelle IX des Anhangs.
***) Durchschnittsresultate von Tabelle VIII des Anhangs.

Das Resultat einer Kombination von Windfege und nachfolgender Arbeit mit der Centrifuge ist ziemlich günstig*),

	Touren-zahl	Zeitdauer	Zahl der Umdreh. in 1 Min.	Leistung in 1 Std. kg.	100 Korngewicht I.	100 Korngewicht II.	100 Korngewicht III.	Hectolitergewicht I.	Hectolitergewicht II.	Hectolitergewicht III.
Windfege	125	2,12	58	814	3,05	2,49	—	72,4	69,6	—
Centrifuge	39	0,53	44	287	3,70	3,04	2,35	72,9	71,6	68,1
Differenz					0,65	0,55		0,5	2,0	

während ein durch Centrifugieren gewonnenes Saatgut bei nochmaligem Durchgehen durch die Windfege nur eine ganz geringe Verbesserung erfuhr**);

	Touren-zahl	Zeitdauer	Zahl der Umdreh. in 1 Min.	Leistung in 1 Std. kg.	100 Korngewicht I.	100 Korngewicht II.	100 Korngewicht III.	Hectolitergewicht I.	Hectolitergewicht II.	Hectolitergewicht III.
Centrifuge	554	12,55	43	282	3,21	2,68	1,79	71,4	69,5	63,7
Windfege	43	0,45	57	820	3,39	3,11		72,9	71,3	
Differenz					0,18	0,43		1,5	1,8	

letzteres beweist, dass auch die der Centrifuge beigegebene Windfege zur Auslese dieser Art genügt. Doch dürfte ein kombiniertes Auslesen wegen der geringen Menge des dabei gewonnenen Materials für die Praxis kaum in Frage kommen. Die Centrifuge konnte ich bei diesen kombinierten Versuchen überhaupt nur bei mittlerer Ringstellung arbeiten lassen, wenn ich ausreichendes Material zur genaueren Nachprüfung erhalten wollte. Schon an dieser Stelle kann es ausgesprochen

*) Durchschnittsresultate von Tabelle IV des Anhangs.
**) Durchschnittsresultate von Tabelle IV des Anhangs

werden, dass die Centrifuge in ihrer hohen Ringstellung ein sowohl nach absolutem als auch spezifischem Gewicht erstklassiges Saatgut liefert, dass sie wirklich in erster Linie nur nach dem Gewicht sortiert, nicht wie der Trieur in erster Linie nach der Form. Letzteres geht hervor aus der Tabelle der

β) Körnergrösse.

Sie wurde aufgestellt, um einerseits zu ermitteln, wieweit Schwere und Grösse des Saatguts parallel gehen, andrerseits, um einen Aufschluss über die Gleichmässigkeit der Körnergrösse zu erhalten. Die Anregung zu dieser Untersuchung gab ein Referat im 56. Band der Zeitschrift der landwirtschaftlichen Versuchsstationen über einen Aufsatz von Lyttkens-Stockholm. Dieser berichtet über eine an den schwedischen Versuchsstationen fakultativ ausgeführte Methode, den Sortierungsgrad durch Sieben festzustellen. Das Verfahren ist ganz das bekannte beim Sieben und Analysieren von Boden übliche. 200 g des zu untersuchenden Samens werden durch einen Siebsatz immer engmaschigerer Siebe getrennt und die in den einzelnen Sieben zurückbleibenden Quanten auf das ganze Versuchsmaterial procentisch umgerechnet. Es kommt nämlich beim Sortieren nicht nur darauf an, grosse Körner überhaupt, sondern auch möglichst gleichmässige Körner zu erhalten, was gleiches Ankeimen und gleiche Entwickelung der Saat verbürgt. Ueber diese Eigenschaft giebt das 100 Korngewicht keinen Aufschluss, da es als Durchschnittsgewicht die Differenzen ausgleicht. Leider standen mir zur Untersuchung nur zwei Siebe mit $2^1/_2$ und $1^3/_4$ mm Maschenweite zu Gebote, so dass die feineren Unterschiede der Sortierung wenig zur Geltung kommen konnten. Da die Sieblöcher längliche Rechtecke bildeten, sortierten sie nach grösserer oder geringerer Dicke der Körner. Es entstanden drei Sorten: solche mit über $2^1/_2$, über $1^3/_4$ und unter $1^3/_4$ mm Querdurchmesser. Immerhin gab auch diese weniger eingehende Sortierung einige interessante Aufschlüsse. Zunächst zeigt es sich, dass wie

bekannt, im allgemeinen einem hohen Korngewicht auch eine grosse Prozentzahl von Körnern mit hohem Querdurchmesser entspricht, dass also Schwere und Grösse parallel gehen. Nur beim Trieur zeigt sich eine auffallende Abweichung nach oben, indem er eine ausserordentlich grosse Menge besonders dicker Körner aufweist. Dies gilt auch für sämtliche Kombinationen, in denen der Trieur mitwirkt. Er ist in dieser Beziehung der Centrifuge bedeutend überlegen und beweist von neuem, dass er in erster Linie nach der Form ausliest. Während die von der Centrifuge mit hoher Ringstellung hergestellte erste Sorte bei einem 100 Korngewicht von 3,64 g nur 78,33% Körner mit einem Querdurchmesser von über $2^1/_2$ mm hat, steht beim Trieur einem Korngewicht von 3,50 g eine entsprechende Prozentzahl von 89,72 gegenüber. Da aber dieser grossen Prozentzahl dicker Körner keine entsprechend hohe Korngewichtszahl gegenübersteht, müssen in den Trieursortimenten viele hohle oder geschrumpfte Körner enthalten sein, die das Resultat der Gesamtschwere herabdrücken. Es kommt eben doch in erster Linie auf das Gewicht, erst dann auf die Grösse an.

γ) Volumengewicht.

Ebenso wie das absolute wurde das Volumengewicht jedesmal unmittelbar nach der mechanischen Sortierung durch eine Schopper'sche Getreidewage bestimmt, die einen geregelten Einlauf in das Hohlmassgefäss besitzt. Dass aber den Wägungen mit der Getreidewage trotz dieser Sicherung keine unbedingte Genauigkeit zukomme, bewies der Umstand, dass wiederholte Wägungen derselben Sorte mitunter in der Bruchstelle eine Abweichung ergaben. Jede Wägung musste also dreimal wiederholt und das Mittel gezogen werden. Die Abweichungen resultieren, wie schon im theoretischen Teil bemerkt, aus der grösseren oder geringeren Vehemenz, mit der man das zu untersuchende Saatgut in den Trichter bringt, aus dem es in das Massgefäss läuft. Der Fehler ist also reduziert, aber nicht völlig beseitigt. Die Resultate

lassen die Walderdorffsche Ansicht als wahrscheinlich erscheinen, dass einem Gemisch grosser und kleiner Körper das höchste Hohlmassgewicht zukäme. (Siehe S. 23). Es ist auch rein theoretisch nicht einzusehen, warum nach Wollny dieses Gesetz zwar für kugelartige Körper zutreffend, für von dieser Form abweichenden Samen aber unrichtig sein solle. Fast durchgehends entspricht weder dem höheren, noch dem niederen absoluten Gewicht ein höheres Volumengewicht, sondern den Mittelwerten*).

	100 Korngewicht	Litergewicht
Centrifuge mittel I	3,22	71,2
Centrifuge hoch I	3,64	71,3
Windfege I	3,15	72,2
Trieur I	3,50	72,5
Trieur + Windfege I	3,22	73,6
„ „ II	2,97	72,3
Trieur + Centrifuge I	3,73	71,7
Centrifuge + Trieur I	3,72	71,2

Diese aber repräsentieren eine Mischung grosser und kleiner Körner, wie aus der Tabelle hervorgeht, die die Körnergrösse angiebt. So ist es z. B. auffallend, dass die Centrifuge in ihrer hohen Ringstellung ein Volumengewicht von nur 71,3 hat, während dem Windfegesortiment mit weit niedrigerem Korngewicht ein Litergewicht von 72,2 entspricht. Offenbar liest die Windfege weniger gleichmässig aus, und das Gewicht grosser und kleiner Körner hat eine derartige Erhöhung des Volumengewichts zur Folge gehabt. Noch auffälliger erscheint das hohe Litergewicht bei der durch Trieur und Windfege erhaltenen I. und II. Sorte. Es beträgt bei I 73,6, bei II 72,3, während ein Körner-

*) Auszug aus der Tabelle der physikalischen Werte.

gewicht von nur 3,22 und 2,97 gegenübersteht. Die Centrifuge mittel I, deren Körnergewicht gleich dem von Trieur + Windfege I ist, hat nur 71,2 Volumengewicht. Hier dürfte aber die Erklärung in dem entsprechenden spezifischen Gewicht dieser Sorten liegen, das in beiden Fällen auffallend hoch ist. Es unterliegt keinem Zweifel, dass hier das hohe spezifische Gewicht die unmittelbare Ursache des hohen Volumengewichts ist. Dass unter sonst gleichen Umständen, d. h. bei gleicher Lagerung und Körnergrösse spezifisch schwereres Getreide ein höheres Volumengewicht haben muss, geht aus der Ueberlegung hervor, dass beide Gewichte sich auf die Dichte der Lagerung beziehen, das Volumengewicht auf die innerhalb des Hohlraumes überhaupt, das spezifische Gewicht auf die Dichte innerhalb des einzelnen Saatkorns. Die beiden Begriffe decken sich also nur insofern nicht, als der des Litergewichts der umfassendere ist. Jedenfalls aber stellen sie gewissermassen gleichgerichtete Tendenzen dar. Für die Praxis scheint mir aus der Tabelle des Litergewichts hervorzugehen, dass Windfege und Trieur nach dem Litergewicht auslesen, wie auch eine Kombination beider das höchste Volumengewicht ergibt, während dies bei der Centrifuge viel weniger der Fall ist.

δ) Spezifisches Gewicht.

Die experimentelle Bestimmung des spezifischen Gewichts erfolgte wie alle später geschilderten Versuche im Laboratorium des Instituts für Pflanzenproduktionslehre. Sie geschieht in einem mit einer Flüssigkeit gefüllten und gewogenen Pyknometer nach dem bekannten Archimedes'schen Princip:

$$\frac{\text{Gewicht des Körpers}}{\text{Gewichtsverlust im Wasser}} = \text{Spezifischem Gewicht.}$$

Dieser Methode, bei welcher der zu untersuchende Körper in dem flüssigen Medium untergetaucht werden muss, haften verschiedene Versuchsfehler an. Die Samenkörner, um die es sich hier handelt, sind von lufthaltigen Hohlräumen gefüllt und als poröse Körper zu betrachten. Bei

der Methode der Flüssigkeitsverdrängung ist es schwer zu vermeiden, dass das flüssige Medium in die Hohlräume eindringt, wodurch sich das Endergebnis der Wägung falsch gestaltet. Ein vollständiges Ueberziehen des zu untersuchenden Saatguts mit Lack oder Fett ist nur bei grösserem Samen möglich. Ferner haften dem untergetauchten Samen, besonders solchem mit rauher oder haariger Oberfläche meist Luftblasen an, die ebenfalls die Richtigkeit des Resultats beeinträchtigen und selten völlig zu entfernen sind. Diese Uebelstände veranlassten Wolffenstein den umgekehrten Weg einzuschlagen, indem er durch verminderten Luftdruck mittels Luftpumpe das Medium in die Hohlräume des Samens eindringen liess. Das sich ergebende spezifische Gewicht nennt er das wahre wissenschaftliche spezifische Gewicht der Substanz. Den Luftgehalt der auf diese Art nicht mit Flüssigkeit gefüllten Hohlräume berechnet er aus der Niveaudifferenz der über dem Samen stehenden Flüssigkeit bei vermindertem Luftdruck und nach Aufhören desselben. Die Entstehung von Luftblasen vermeidet er durch Benetzung des Samens mit Alkohol. Bei dem Verfahren ohne Anwendung der Luftpumpe zieht Wolffenstein als flüssiges Medium das Petroleum dem Wasser vor, weil ersteres während des Versuchs nicht in die Hohlräume eindringt, also das Volumen des Samens fast gar nicht ändert. Da sein spezifisches Gewicht sehr gering ist, kann man auch ganz leichte Samenarten in ihm wiegen. Doch ist zu bemerken, dass das spezifische Gewicht des Petroleums derart von der Temperatur abhängig ist, dass jedem Wärmegrad ein anderer Ausdehnungscoefficient entspricht. Man muss deshalb vor jedem Versuch das spezifische Gewicht des Petroleums durch einen Aräometer feststellen. Aus diesem Grunde zog ich es vor die Pyknometerversuche mit destilliertem Wasser anzustellen, dessen Temperatur durch einen Thermoregulator dauernd auf 20° C. erhalten wurde. Die Luftblasen wurden durch Bestreichen der untergetauchten Samenkörner mit einem Pinsel ziemlich vollständig entfernt, der Gefahr der Volumenveränderung durch möglichste Beschleunigung des

Versuches begegnet. Innerhalb der Parallelversuche herrschte eine ziemlich weitgehende Konstanz der Ergebnisse, sodass die Resultate einigermassen zuverlässig sein dürften. Aus den Ergebnissen scheint hervorzugehen, dass das spezifische Gewicht in erster Linie mit dem absoluten, in zweiter mit dem Volumengewicht zusammengeht. Ersteres geht daraus hervor, dass die Abstufungen, die sich aus der verschiedenen Ringstellung der Centrifuge ergeben, auch in der Tabelle des spezifischen Gewichts sich deutlich wiederholen. Auch sonst pflegt einem hohen absoluten Gewicht ein hohes spezifisches Gewicht zu entsprechen, wenn die Uebereinstimmung auch grade keine proportionale genannt werden kann. Es wirken eben zu viele Nebenumstände auf das Resultat ein; z. B. erhöht ein grösserer Aschengehalt nach Marek das spezifische Gewicht der kleineren Körner. Dies wird aber wieder durch die prozentisch grössere Menge an leichterer Cellulose aufgewogen. Ueber die Beziehung des spezifischen Gewichts zum Volumengewicht, die am deutlichsten aus dem auffallend hohen spezifischen Gewicht der Trieurauslese, durch Windfege gereinigt, erhellt, habe ich mich schon bei Besprechung des Volumengewichts geäussert. Warum grade diese Konstellation von einem so hohen spezifischen Gewicht begleitet ist, vermag ich nicht anzugeben. Die Feststellung der

ε) Verunreinigung

wurde nur der grösseren Vollständigkeit halber in die Untersuchungen mit einbezogen. Erstens liegen über das einschlägige Gebiet schon Untersuchungen von kaum zu übertreffender Gründlichkeit vor (33), zweitens bot das Versuchsmaterial kein geeignetes Objekt, da es, von reiner Schwarzbrache geerntet, fast ganz unkrautfrei war. Die beobachteten Beimengungen waren fast alle mineralischer Art und bestanden teils in kleinen Steinen, teils in Lehmstückchen von der Tenne, auf der die Sortierarbeit vorgenommen wurde. Aus dieser Beobachtung erklärt sich die Tatsache, dass in der Mehrzahl der Fälle die erste Sorte eben so viel Beimengungen aufweist als die zweite. Da meist nach der

Schwere ausgelesen wurde, mussten die an Gewicht die Roggenkörner weit übertreffenden Stein- und Thonstückchen stets in die erste Sorte gelangen. Die Untersuchung wurde derart gehandhabt, dass, wie üblich, aus je drei Proben von je 100 g die Beimemgung ausgelesen, zurückgewogen und ihr Gewicht procentisch auf die Gesamtmenge bezogen ward. Das unregelmässige Vorkommen der Verunreinigungen verursachte besondere Schwierigkeiten taugliche Durchschnittsergebnisse zu erhalten und machte zahlreiche Wiederholungen zur Erlangung brauchbarer Resultate nötig. Eine Gegenüberstellung der Beimengungen der ersten Sorten von Centrifuge — 2,6 —, Windfege — 3,7 — und Trieur — 3,4 — zeigt, dass erstere die geringsten Beimengungen hat, was ihrer combinierten Reinigungsmethode zuzuschreiben ist*).

2.

Es liess sich erwarten, dass sich die bessere oder geringere Auslese der Körner auch in der

Chemischen Zusammensetzung

derselben irgendwie ausdrücken musste. Die grossen Körner verdanken ihre grössere Schwere der stärkeren Einlagerung von Reservestoffen, vor allem ihrem grösseren Stärkereichtum. Dieser muss naturgemäss die übrigen Bestandteile procentisch herabdrücken.

Dies bestätigt sich in den folgenden Tabellen, wenn auch zu viele Nebenumstände das Endresultat beeinflussen, als dass die chemische Zusammensetzung ein unbedingt zuverlässiges Bild der Sortenqualität geben könnte.

Von jeder Sorte wurden Parallelversuche gemacht, die bis auf 0,2 % übereinstimmen mussten. Andernfalls wurden sie als ungültig betrachtet und durch einen neuen Versuch ersetzt. Doch erwies sich dies nur bei der Bestimmung der Trockensubstanz öfters als nötig, die übrigen Parallelversuche zeigten eine grosse Gleichmässigkeit untereinander. Es wurde zunächst

*) Vrgl. Tabelle der phvsikalischen Werte. (p. 75).

Tabelle der physikalischen Werte.

	1. 100 Korn gewicht.	2. aus № 5 berechnetes Korngewicht.	3. Differenz zwischen 1 und 2	4. Differenz in Procenten	5. Körnerzahl im Kilo.	6. Litergewicht.	7. Specifisches Gewicht.	8. Körnergröße. a. Querdurchmesser über 2½ mm.	b. über 1¾ mm	c. unter 1¾ mm	9. Verunreinigung.	10. Bemerkungen.
Unsortirt.	2,36	2,39	0,03	1,25	46300	69,3	1,248	9,30	83,50	7,20	4,6	
Centrifuge tief I.	3,00	3,12	0,12	3,84	35400	70,0	1,269	68,05	31,05	0,90	3,0	
" " II.	2,55	2,72	0,17	6,25	40600	69,8	1,252	32,60	63,95	3,45	3,4	
" " III.	1,74	1,76	0,02	1,14	62650	64,0	1,233	2,13	68,14	29,73	3,9	
Centrifuge mittel I.	3,22	3,42	0,20	5,84	32950	71,2	1,277	67,48	31,92	0,60	3,1	
" " II.	2,62	2,69	0,07	2,60	41100	69,5	1,240	35,91	61,21	2,88	3,4	
" " III.	1,67	1,82	0,15	8,24	60700	63,6	1,224	2,03	68,30	29,67	4,1	
Centrifuge hoch I.	3,64	3,77	0,13	3,45	29350	71,3	1,281	78,33	21,31	0,36	2,6	
" " II.	2,78	2,92	0,14	4,79	37850	68,6	1,251	45,10	53,70	1,20	3,2	
" " III.	1,60	1,86	0,26	13,97	59400	63,0	1,214	0,83	56,60	42,57	4,2	
Windfege I.	3,15	3,34	0,19	5,68	33050	72,2	1,266	69,56	29,02	1,42	3,7	
" II.	2,72	2,83	0,11	3,88	39050	69,7	1,253	48,40	49,17	2,43	3,0	
Windfege + Centrifuge I.	3,70	3,69	0,01	0,27	29950	72,9	1,284	85,93	13,81	0,36	2,1	
" II.	3,04	3,15	0,11	3,49	35050	71,6	1,274	51,10	47,22	1,68	1,0	
" III.	2,35	2,36	0,01	0,42	46800	68,1	1,257	8,53	82,10	9,37	0,5	
Centrifuge + Windfege I.	3,39	3,58	0,19	5,30	30850	72,9	1,279	77,23	22,35	0,42	1,8	
" II.	3,11	3,24	0,13	4,01	34100	71,3	1,272	51,37	47,90	0,73	1,7	
Trieur I.	3,50	3,72	0,22	5,91	29700	72,5	1,281	89,72	9,47	0,81	3,4	
" II.	2,17	2,29	0,12	5,24	48300	67,1	1,233	6,89	76,76	14,35	3,5	
Trieur + Windfege I.	3,22	3,57	0,35	9,80	31000	73,6	1,290	86,12	13,73	0,15	1,7	
" II.	2,97	3,13	0,16	5,11	35350	72,3	1,282	52,21	46,51	1,28	3,2	
Windfege + Trieur I	3,25	3,47	0,22	6,34	31900	72,9	1,286	79,43	20,07	0,50	2,9	
" II.	2,38	2,57	0,19	7,39	42950	70,4	1,268	9,01	88,82	2,17	2,5	
Trieur + Centrifuge I.	3,73	4,00	0,27	6,75	27650	71,7	1,274	91,23	8,70	0,07	2,9	
" II.	3,09	3,26	0,17	5,21	33950	71,3	1,269	65,03	34,54	0,43	2,0	
Centrifuge + Trieur I.	3,72	3,85	0,13	3,37	28600	71,2	1,271	91,66	8,31	0,03	2,5	
" II	2,63	2,76	0,13	4,71	40000	68,3	1,263	26,73	71,17	2,10	1,5	

α) das hygroskopische Wasser

bestimmt, indem eine Doppelprobe von je 5 g der Substanz im Trockenschrank zwei Stunden getrocknet, dann gewogen und bis zur endlich erfolgten Gewichtskonstanz immer wieder eine halbe Stunde lang getrocknet wurde. Aus den Ergebnissen geht nicht recht hervor, ob grosse oder kleine Körner wasserreicher sind. Denn während sich bei der Auslese derselben Maschine die Wasserprocente proportional der Körnergrösse genau abstufen, zeigt das dem Korngewicht nach sehr kleinkörnige Ausleseprodukt der Windfege überraschend hohe Wasserprocente. Ob die Windfege wirklich gerade feuchtere Körner ausliest, scheint fraglich, es bleibt aber keine andere Erklärung, wenn man nicht annehmen will, dass kleine Roggenkörner wasserreicher seien als grosse. Es liesse sich das zwar zwanglos so erklären, dass das kleinere Korn durch seine verhältnismässig grössere Oberfläche mehr Wasser imbibiere als das grosse. Dagegen liesse sich aber mit Recht einwenden, dass das kleinere Korn durch die grössere Oberfläche ja auch wieder mehr Wasser abgeben müsse. Ausserdem sprechen doch die Mehrzahl der eignen und fremden Versuche für den grösseren Wasserreichtum grösserer Körner. Umgekehrt liegen die Verhältnisse bei dem procentischen Anteil der

β) Asche.

Die Bestimmung der Rohasche wurde in der Weise vorgenommen, dass von jedem Sortiment in einem Parallelversuche je 5 g in einem vorher abgewogenen Schälchen mit $10^0/_0$iger Schwefelsäure versetzt und dann im Trockenschrank solange einer Hitze von etwa 130^0 ausgesetzt wurden, bis die Masse zu einem trockenen schwarzen Brei eingedampft war. Diese Substanz wurde dann etwa eine halbe Stunde der nichtleuchtenden Flamme eines Bunsenbrenners ausgesetzt und zuletzt im Muffelofen unter Anwendung hoher Hitzegrade etwa eine Stunde geglüht, bis keine Gewichtsabnahme mehr zu constatieren war. Es tritt zwar durch dieses Verfahren eine Gewichtserhöhung der Gesamtasche ein, da die zugesetzte H_2SO_4 die Karbonate und Chloride der Sub-

stanz in Sulfate überführt, doch beträgt diese Zunahme nach Perlitius (34) nur 0,06—0,08 % und kann vernachlässigt werden, da der Fehler bei allen Versuchen constant derselbe ist und es weniger auf Feststellung der absoluten Aschenmenge als auf Erzielung vergleichbarer Werte ankommt. Tatsächlich stufen sich die erhaltenen Ascheprocente der einzelnen Sortimente nach der jeweiligen Körnergrösse ziemlich genau ab. Das Ergebnis ist das zu erwartende, dass die Sorten mit geringerem Korngewicht an Aschengehalt die schweren Sortimente bedeutend übertreffen. Es ist das auf zwei Gründe zurückzuführen: Erstens überwiegen in den grösseren Körnern die Kohlehydrate, die völlig aschefrei sind, zweitens ist ein grosser Teil der Asche mit dem in kleineren Körnern vorwiegenden Protein vergesellschaftet. Von dem Durchschnittsgehalt von 17,9%, den die Wolff'schen Analysen annehmen, entfallen

8,5 % auf Phosphorsäure
2,0 % auf Magnesia
0,5 % auf Kalk.
11,0 %

Diese Aschenbestandteile, zusammen 11 %, also beinahe $^2/_3$ des gesamten Aschengehalts, sind nun grösstenteils im Eiweiss lokalisiert. Die die Eiweisssubstanz zusammensetzenden Aleuronkörner enthalten nämlich eigentümliche runde Einschlüsse, sogenannte Globoide, welche aus einer Verbindung von Phosphorsäure mit Calcium und Magnesium bestehen. Mitunter tritt auch Kalkoxalat auf (35). Da nun kleine Körner relativ mehr Eiweiss enthalten als grosse, so werden auch diese Aschensubstanzen stärker in ihnen vertreten sein. Tatsächlich ist durch direkte Untersuchungen von Pfeffer und Mayer nachgewiesen, dass kleine Körner gerade an diesen drei Mineralien: Phosphorsäure, Kalk und Magnesia relativ reicher sind (36).

γ) Die Stickstoffbestimmung

erfolgte nach der Methode von Kjeldahl (37). Die durch Titrierung gefundene Zahl ergab mit 6,25 multipliziert den

Gehalt an Rohprotein. Wie bekannt, wächst relativ auch der Proteingehalt mit dem fallenden Korngewicht. Die niedrigste Zahl 11,48 entspricht einem Korngewicht von 3,72, die höchste 13,44 einem solchen von 1,60 g. Der Proteingehalt steigt also bei einer Abnahme des Korngewichts um 2,12 g um fast genau 2%, also pro g etwa um 1%. Dieses Verhältnis ist kein zufälliges, sondern kehrt in den einzelnen Relationen in überraschender Weise wieder. Z. B. beträgt bei mittlerer Ringstellung der Centrifuge die Differenz zwischen zweiter und dritter Sorte 0,95, also rund 1,00 g. In der Tabelle für Eiweiss lauten die entsprechenden Zahlen 12,32 und 13,26, der Eiweissgehalt steigt also auf 0,94%, also um rund 1%.

Eine derartige Gesetzmässigkeit dürfte sich aber nur für Saatgut derselben Ernte von demselben Felde konstruieren lassen.

Die Ursache für den vermehrten Stickstoffgehalt kleiner Körner ergeben sich zunächst aus der Betrachtung des anatomischen Baues derselben. Die Aleuronzellen liegen bei allen Gramineenkörnern dicht unter der Samenschale als periphere Schicht des Endosperms. Je ausgedehnter die Samenschale also ist, desto mehr wird dies auch bei der Kleberschicht der Fall sein. Da nun kleine Körner stets eine relativ grössere Oberfläche haben als grosse, wird auch ihre Kleberschicht eine ausgedehntere sein. Eine geringere Rolle spielt beim Roggen der Stickstoff der plasmatischen Grundsubstanz, die man als ein Gemenge von aktivem Eiweiss und Wasser zu betrachten hat. Sie wird in der sich entwickelnden Frucht zuerst gebildet, da sie als Reservoir für die einzulagernden Reservestoffe dienen soll (38). Sie ist also in jungen Körnern, bei denen noch Einlagerung erfolgt, reichlich vorhanden und wird erst später durch die einwandernde Stärke verdrängt. Unter den von der Maschine ausgelesenen Körnern zweiter Sorte, die jedesmal die kleinere Qualität darstellen, befinden sich nicht wenig im Stadium der Milchreife geerntete und dann eingeschrumpfte Körner. In diesen Individuen muss die protoplasmatische Grundsubstanz und die Klebersubstanz natürlich procentisch vor-

wiegen, da die Stärkeeinlagerung vorzeitig durch die Ernte beendet wurde. Es ist nicht ausgeschlossen, dass dieser Umstand einigermassen zur procentischen Erhöhung des Rohproteingehalts kleiner Körnersorten gegenüber den grossen beiträgt.

Zur Bestimmung des

δ) Rohfetts

wurde das bekannte Äther-Extraktionsverfahren nach Soxleth angewandt. Der Ätherfettauszug enthält im allgemeinen kein chemisch reines Fett, da auch verwandte Stoffe wie Wachse und Harze, Chlorophyll, Phytostearin und Lecithin (39) in Lösung gehen. Doch kann ein Auszug aus Körnern als chemisch rein gelten, da obige Stoffe in ihm nicht abgelagert werden. Speziell das Wachs ist in der Oberhaut der Pflanzen lokalisiert und kann vom protoplasmatischen Pflanzensaft nicht wieder resorbiert werden, also nicht in den Nährstoffkreislauf gelangen und in den Körnern abgelagert werden (40). Ausser dem eigentlichen Fett gehen beim Roggen nur Farbstoffe, die in der inneren Schicht der Schale abgelagert sind, in Lösung und verleihen dem Ätherauszug eine schwach gelbliche Farbe. Die erhaltenen Resultate weichen einigermassen von denen Mareks ab, der bei Weizen, Erbsen, Pferdebohnen und Sommerrübsen durchweg ein wenn auch nur geringes Steigen des Fettgehalts mit der Korngrösse konstatierte und daraus verallgemeinernd folgerte, grössere Körner enthielten mehr Fett als kleinere. Für den Roggen trifft das jedenfalls nicht zu, denn schon in den Wolff'schen Tabellen über Zusammensetzung der Futtermittel hat

flachkörniger Roggen 4%
mittlerer 2,5%
vollkörniger . . . 1,8%

Ferner haben in Wollnys Kultur der Getreidearten nach Analysen von Müller
kleine Roggenkörner 2,81
grosse nur . . . 2,33%
also beträchtlich weniger.

Marek erklärt seine Beobachtung durch die Ansicht, dass grössere Körner, in denen viel Stärke abgelagert sei, einen längeren Reifungsprozess durchmachten und während desselben einen grösseren Teil der Stärke in Fett umwandeln könnten als kleinere Körner. Vielleicht ist die Beobachtung des verminderten Fettgehalts grosser Körner aber auch umgekehrt so zu erklären, dass in Pflanzen derselben Art, die schwerere Körner erzeugen, kräftiger assimilieren und massenhafter Stärke einlagern, die zur Fettbildung führenden Reduktionsprozesse nicht in dem Masse prozentisch wirken können wie in weniger energisch assimilierenden Pflanzen, wo die Stärke mehr successive eingelagert und demgemäss in höherem Grade zu Fett reduziert wird. Dass auch beim Weizen nicht immer Fett- und Stärkegehalt parallel gehen, scheint mir aus einer von Professor Vogel (41) veröffentlichten Fettbestimmungstabelle hervorzugehen. Danach enthält Weizen

aus	Bayern	1,94
„	England	2,04
„	Russland	2,21
„	Spanien	2,23.

Die entsprechenden Zahlen für Kohlehydrate fehlen leider. Es ist aber bekannt, dass englischer Weizen am stärkereichsten ist. Sein Fettgehalt müsste also obenan stehen. Es ist aber grade das Gegenteil der Fall und der russische Weizen ist ganz bedeutend fettreicher, obgleich mit Sicherheit angenommen werden kann, dass er stärkeärmer ist.

Auch ist es nicht ausgemacht, dass das Fett nur aus der Stärke entsteht, dass nicht vielmehr wie im Tierreich und bei den Pilzen auch in der Pflanze Fett aus Eiweiss sich entwickelt. Nach Prantl-Pax (42) wenigstens finden sich ätherische und fette Oele im Cytoplasma grüner Pflanzen als lichtbrechende Tröpfchen eingeschlossen; das Cytoplasma ist aber chemisch als Eiweiss aufzufassen. Ähnliche Erwägungen finden sich bei Harz (43). Er spricht die Vermutung aus, dass die Fette der Pflanzensamen z. T. durch Spaltung ein-

gelagerter Eiweisskörper sich bilden könnten. Es würden sich hierbei Kohlehydrate mit Eiweisskörpern verbinden und als Spaltungsprodukte neben anderen Fett resultieren. Auch hält er eine fettige Degeneration der Zellenmembrane für möglich, derart, dass ein Teil der Cellulosemembrane statt wie bei der Kuticularisierung in Wachs in Fett übergehen würde. Hierzu tritt endlich die Erwägung, dass bei kleineren Körnern der Embryo einen prozentisch höheren Anteil am Gesamtgewicht hat als bei grösseren Körnern, dass aber Eiweiss und Fett grade im Embryo besonders reich vertreten sind (44). Eine Betrachtung der Reihe für Rohfett ergiebt, dass letzteres eine Zeitlang ziemlich proportional dem fallenden Körnergewicht steigt; dann aber verlangsamt sich dieses Steigen, sodass eine darstellende Kurve der Bewegung etwa eine Parabel beschreiben würde. Während nämlich von 3,00—2,55 g. der Rohfettgehalt von 1,717 auf 1,875 steigt, also pro 50 g. um rund 0,150%, steigt er zwischen 2,55 und 1,74 nur von 1,875 auf 1,957, also pro 70 g. nur um 0,082. Die Erscheinung wiederholt sich bei jedem niedrigen Korngewicht, so dass eine gewisse Gesetzmässigkeit nicht zu leugnen ist. Die Erklärung ergiebt sich aus den Zahlenreihen der übrigen Nährstoffe. Während bei den ganz schweren Körnersorten die Stärke prozentisch alle anderen Nährstoffe verdrängt, drückten bei den niedrigen Qualitäten Rohfaser und Rohprotein gemeinsam das Rohfett prozentisch herab. Wäre letzteres nicht der Fall und ginge die Rohfettvermehrung in der anfänglichen Progression fort, so würden kleine Körner einen ganz ausserordentlich hohen Fettgehalt von über 3% aufweisen, was noch nie beobachtet worden ist. Für flache Körner ist vielmehr im Mentzel'schen Kalender als extremster Wert nur 2,5% angeführt (45).

Was schliesslich die einzelnen erhaltenen Zahlen im speziellen betrifft, erübrigt es sich darauf hinzuweisen, dass auch hier die chemischen Mengenverhältnisse sich als ein getreuer Spiegel der Korngrösse erweisen und alle Abstufungen des Korngewichts in den oben gezogenen Grenzen genau wiederholen.

Chemische Zusammensetzung I.

(Auf lufttrockene Substanz bezogen).

Unsortiert

Wasser	12,0834
Asche	1,8137
Eiweiss	12,4130
Rohfett	1,8510
Rohfaser + Kohlehydrate	71,8389
	100,0000

Centrifuge tief

	I.	II.	III.
Wasser	12,6391	12,0693	11,9265
Asche	1,7916	1,9839	2,0910
Eiweiss	11,9406	12,1314	13,3705
Rohfett	1,7170	1,8750	1,9570
Rohfaser + Kohlehydrate	71,9117	71,9404	70,6550
	100,0000	100,0000	100,0000

Centrifuge mittel

	I.	II.	III
Wasser	12,6937	12,0873	12,0870
Asche	1,7550	1,6934	2,0302
Eiweiss	11,5906	12,3203	13,2640
Rohfett	1,7020	1,8770	1,9530
Rohfaser + Kohlehydrate	72,2587	72,0220	70,6658
	100,0000	100,0000	100,0000

Centrifuge hoch

	I.	II.	III.
Wasser	12,2090	12,3099	11,8268
Asche	1,6012	1,7966	2,0671
Eiweiss	11,5891	12,3909	13,4412
Rohfett	1,6690	1,8210	1,9650
Rohfaser + Kohlehydrate	72,9317	71,6816	70,6999
	100,0000	100,0000	100,0000

Windfege

	I.	II.
Wasser	13,1686	13,0717
Asche	1,9731	2,1914
Eiweiss	11,9967	12,1750
Rohfett	1,7050	1,8610
Rohfaser + Kohlehydrate	71,1566	70,7009
	100,0000	100,0000

Windfege + Centrifuge

	I.	II.	III.
Wasser	11,6912	11,8401	12,0862
Asche	1,7187	1,7488	1,8401
Eiweiss	11,6213	11,9621	12,4905
Rohfett	1,6114	1,7410	1,8790
Rohfaser + Kohlehydrate	73,3548	72,7080	71,7042
	100,0000	100,0000	100,0000

Centrifuge + Windfege

	I.	II.
Wasser	11,8933	12,3860
Asche	1,8300	2,0551
Eiweiss	11,9991	12,0301
Rohfett	1,6980	1,6810
Rohfaser + Kohlehydrate	72,5796	71,8478
	100,0000	100,0000

Trieur

	I.	II.
Wasser	13,4204	13,1877
Asche	1,7675	1,8833
Eiweiss	11,7847	12,3823
Rohfett	1,6520	1,8890
Rohfaser + Kohlehydrate	71,3754	70,6577
	100,0000	100,0000

Trieur + Windfege

	I.	II.
Wasser	12,1706	12,3703
Asche	1,9786	1,9846
Eiweiss	11,9842	12,0623
Rohfett	1,7860	1,7210
Rohfaser + Kohlehydrate	72,0806	71,8618
	100,0000	100,0000

Windfege + Trieur

	I.	II.
Wasser	12,9812	12,4148
Asche	1,8665	1,9553
Eiweiss	11,9421	12,2850
Rohfett	1,7030	1,8650
Rohfaser + Kohlehydrate	71,5072	71,4799
	100,0000	100,0000

Trieur + Centrifuge

	I.	II.
Wasser	12.9474	12,9435
Asche	1,6080	1,7180
Eiweiss	11,5425	12,8314
Rohfett	1,5890	1,7030
Rohfaser + Kohlehydrate	72,3131	70,8041
	100,0000	100,0000

Centrifuge + Trieur.

	I.	II.
Wasser	12,1489	12,3053
Asche	1,6156	1,8087
Eiweiss	11,4821	12,5183
Rohfett	1,5730	1,8580
Rohfaser + Kohlehydrate	73,1804	71,5097
	100,0000	100,0000

Chemische Zusammensetzung II.

(Auf Trockensubstanz bezogen)

Unsortiert.

Trockensubstanz	87,9166
davon	
Asche	2,0629
Eiweiss	14,1191
Rohfett	2,1054
Rohfasser + Kohlehydrate	81,7126
	100,0000

Centrifuge tief

	I.	II.	III.
Trockensubst.	87,3609	87,9307	88,0735
davon			
Asche	2,0508	2,2563	2,3741
Eiweiss	13,6681	13,7965	15,1811
Rohfett	1,9654	2,1323	2,2220
Rohfaser + Kohlehydrate	82,3157	81,8149	80,2228
	100,0000	100,0000	100,0000

Centrifuge mittel.

	I.	II.	III.
Trockensubst.	87,3063	87,9127	87,9130
davon			
Asche	2,0102	1,9262	2,3093
Eiweiss	13,2758	14,0142	15,0877
Rohfett	1,9494	2,1351	2,2215
Rohfaser + Kohlehydrate	82,7646	81,9245	80,3815
	100,0000	100,0000	100,0000

Centrifuge hoch

	I.	II.	III.
Trockensubst.	87,7910	87,6901	88,1732
davon			
Asche	1,8239	2,0488	2,3444
Eiweiss	13,2008	14,1303	15,2441
Rohfett	1,9011	2,0766	2,2286
Rohfaser + Kohlehydrate	83,0742	81,7443	80,1829
	100,0000	100,0000	100,0000

Windfege.

	I.	II.
Trockensubst.	86,8314	86,9283
davon		
Asche	2,2723	2,5209
Eiweiss	13,8161	14,0058
Rohfett	1,9636	2,1409
Rohfaser + Kohlehydrate	81,9480	81,3324
	100,0000	100,0000

Windfege + Centrifuge.

	I.	II.	III.
Trockensubst.	88,3088	88,1599	87,9138
davon			
Asche	1,9462	1,9837	2,0931
Eiweiss	13,1599	13,5686	14,2077
Rohfett	1,8277	1,9748	2,1373
Rohfaser + Kohlehydrate	83,0662	82,4729	81,5619
	100,0000	100,0000	100,0000

Centrifuge + Windfege.

	I.	II.
Trockensubst.	88,1067	87,6140
davon		
Asche	2,0770	2,3457
Eiweiss	13,6189	13,7308
Rohfett	1,9272	1,9186
Rohfaser + Kohlehydrate	82,3769	82,0049
	100,0000	100,0000

Trieur.

	I.	II.
Trockensubst.	86,5796	86,8123
davon		
Asche	2,0415	2,1694
Eiweiss	13,6114	14,2633
Rohfett	1,9081	2,1760
Rohfaser + Kohlehydrate	82,4390	81,3913
	100,0000	100,0000

Trieur + Windfege.

	I.		II.
Trockensubst.	87,8294		87,6297
davon			
	Asche	2,2528	2,2648
	Eiweiss	13,6448	13,7651
	Rohfett	2,0335	1,9639
	Rohfaser + Kohlehydrate	82,0689	82,0062
		100,0000	100,0000

Windfege + Trieur.

	I.		II.
Trockensubst.	87,0188		87,5852
davon			
	Asche	2,1449	2,2325
	Eiweiss	13,7236	14,0263
	Rohfett	1,9571	2,1294
	Rohfaser + Kohlehydrate	82,1744	81,6118
		100,0000	100,0000

Trieur + Centrifuge.

	I.		II.
Trockensubst.	87,0526		87,0565
davon			
	Asche	1,8472	1,9734
	Eiweiss	13,2592	14,7392
	Rohfett	1,8253	1,9562
	Rohfaser + Kohlehydrate	83,0683	81,3312
		100,0000	100,0000

Centrifuge + Trieur

	I.		II.
Trockensubst.	87,8511		87,6947
davon			
	Asche	1,8390	2,0625
	Eiweiss	13,0700	14,2749
	Rohfett	1,7905	2,1187
	Rohfaser + Kohlehydrate	83,3005	81,5439
		100,0000	100,0000

ε) Kohlehydrate.

Dieselben pflegen durch Differenzrechnung bestimmt zu werden, indem man die vorher ermittelten Pflanzenbestandteile, Rohprotein, Rohfett, Rohfaser und Rohasche auf 100 ergänzt. Im vorliegenden Fall gelang es leider nicht die Rohfaser zu bestimmen, da sich ihrer Abtrennung grosse technische Schwierigkeiten in den Weg stellten. Die üblichen Methoden beruhen darauf, die Substanz in Säuren und Laugen zu kochen, zu filtrieren und den verbrennlichen Rückstand als Rohfaser anzugeben. Die hierzu erforderliche Filtration scheiterte aber jedesmal an der Menge der vorhandenen Stärke, die beim Kochen ein dickes Dextrin bildete und die Poren der Filter verstopfte. Letzteres war sowohl bei der zuerst angewandten mit Asbest gefüllten und durch eine Wasserleitungs-Luftpumpe abgesogenen Goochtiegeln als auch bei Anwendung von mit Leinwand, Seide oder Baumwolle überspannten Hebern der Fall; ein bereits angefangener Versuch, die Stärke nach der Märker'schen Methode durch Verzuckerung direkt zu bestimmen, musste wegen vorgerückter Zeit aufgegeben werden. Die Kohlehydrate sind also in den folgenden Tabellen von der Rohfaser nicht getrennt und ergeben so ein weniger klares Bild, da der Stärkegehalt mit der Körnergrösse wächst, der Rohfasergehalt fällt. Es überwiegt aber erstere Tendenz die letztere derart, dass auch aus den vorliegenden Zahlen noch hervorgeht, dass die grösseren Körner viel stärkereicher sind als die kleineren. Während ersteren, auf die lufttrockene Substanz bezogen, etwa 72,2% zukommen, haben letztere nur etwa 70,7%. Die Differenzen würden natürlich nach Abtrennung der Rohfaser noch deutlicher zu Tage treten.

3.

Nach physiologischen Methoden.

Die Untersuchung der Körner auf Gewicht und Zusammensetzung wären unvollständig, wenn nicht Prüfungen physiologischer Art damit parallel gingen. Es muss ge-

wissermassen wie in der Tierzucht durch Leistungsprüfungen auch im Pflanzenbau durch entsprechende Massregeln möglich sein die Leistungsfähigkeit und Produktionskraft eines Saatguts annähernd zu bestimmen.

„Die Leistung selbst muss zum Ausleseprinzip erhoben werden (46).“ Als einziges Mittel stehen dazu bisher die Keimkraftprüfungen zu Gebote, die feststellen, wie viele Individuen von je 100 Exemplaren lebensfähig sind und wie schnell der Prozess verläuft. Der Feststellung der Leistung ist hier kein weiter Spielraum gegeben, da die Grenzen der Keimkraft meist eng gezogen sind und man ausserdem nicht weiss, wie die Pflanze sich in dem späteren Vegetationsprozess bewähren wird. Aber auch abgesehen davon geben die meist beliebten Keimproben auf Sand oder Fliesspapier ein schlechtes Bild der Wirklichkeit. Es fehlt der zu überwindende Widerstand der aufliegenden Erdschicht, es fehlen die im Boden stets vorkommenden Beeinträchtigungen durch Fäulnis und schädliche Bakterien. Die erhaltenen Resultate werden also stets zu günstig sein, ferner wird man höchstens ein ungefähres Bild der Anzahl toter Individuen im Hundert erhalten, geringere Unterschiede in der Sortierung aber werden keinen Ausdruck finden. Dies ist auch in meinen Untersuchungen der Fall.

α) Zunächst wurden von jeder Sorte nur je 200 Körner in Parallelversuchen auf Tellern angekeimt. Für möglichste Gleichheit der begleitenden Nebenumstände wurde dadurch gesorgt, dass die jedem Teller zugedachte Sandmenge gewogen und die zum Anfeuchten des Sandes erforderliche Wassermenge aus einem Massglas zugesetzt wurde. Die Summe der nach drei Tagen angekeimten Körner stellt die Keimungsenergie, die Summe der nach Abschluss der zehntägigen Versuche angekeimten Exemplare die Keimkraft dar. Die Prüfung fast sämtlicher Sortimente ergiebt, wie ersichtlich bezüglich der Keimungsenergie ein entschiedenes Überwiegen der kleineren Körner, bezüglich der Keimkraft nur geringfügige Unterschiede oder ein regelloses Schwanken.

Wegen dieser den Erwartungen nicht entsprechenden Resultate wurde angenommen, die Versuche seien in zu geringem Umfange angestellt gewesen, um ein genaues Resultat zu ergeben. In der Hoffnung, dass bei Erweiterung der Versuche feinere Unterschiede sich vielleicht, wenn auch nicht in den ganzen Zahlen, so doch in den Bruchstellen zeigen würden, wurden nunmehr von jeder Sorte 1000 Körner — je 200 auf je 5 Tellern — zur Keimung angesetzt, im ganzen (die dritte Sorte wurde als minderwertig fortgelassen) 22000 Körner. Das angewandte Material wurde nicht ausgelesen, sondern nur offenbar verletzte oder kranke Körner ausgeschlossen. An jedem Tag wurden die angekeimten Körner gezählt, notiert und dann entfernt, am Ende der Versuche zur Kontrolle die noch vorhandenen gezählt und von der Anfangszahl abgezogen. Die Ergebnisse der sich über zwei Monate erstreckenden Versuche sind wiederum negativer Art und berechtigen dazu, die Keimung an der Atmosphäre als untauglich zur Ermittlung feinerer Unterschiede zu bezeichnen. Wenn aus den ziemlich gleichlautenden Zahlen ein Ergebnis zu entnehmen ist, so ist es das, dass die Keimungsenergie der kleineren Körner meist grösser ist als die der grossen.

Der Ausdruck „Keimungsenergie“ scheint für die Keimversuche an offener Luft schlecht gewählt zu sein. Es handelt sich nur um die Auslösung eines rein chemischen Processes, um Quellung und Fermentierung des Mehlkörpers durch Diastase; sobald dies eingetreten ist und sich Dextrin und Zucker gebildet haben, müssen sich Plumula und Radicula entwickeln, wenn das Korn unverletzt ist und überhaupt noch organisches Leben hat. Natürlich muss gleichzeitig im Boden der nötige Sauerstoff vorhanden sein und die Temperatur über das zur Keimung erforderliche Minimum hinausgehen. Jedenfalls kommt der Anstoss zu dem Keimungsprozess von aussen, indem das in ein feuchtes Medium gebrachte Korn Wasser aufnimmt. Da nun das kleine Korn infolge seiner verhältnismässig grösseren Oberfläche imstande ist, in derselben Zeit mehr Wasser zu imbibieren als ein grosses Korn, bei dem überdies eine grössere Endospermmasse

chemisch umzusetzen ist, so kann es keinen Augenblick wunderbar erscheinen die kleinen Körner zuerst ankeimen zu sehen. Der keimfähige Samen ist einem Gegenstand zu vergleichen, der sich in labilem Gleichgewicht befindet und durch eine geringe Berührung ins Rollen gebracht werden kann. Dieses Agens ist hier die Durchfeuchtung. Energie in eigentlichem Sinne kann das Korn erst dann entfalten, wenn seine Wurzel in die Erde dringt, wo sie den Widerstand des Bodens durch den Wurzelturgor zu überwinden hat. Hier hat allerdings Marek an Erbsen durch exakte Messungen eine grössere Energieentfaltung der grossen Körner nachgewiesen, deren Wurzeln einen um das zehnfache grösseren Gegendruck bewältigen als die Wurzeln kleiner Erbsen und deren Stengelkeime energischer den über ihnen liegenden Boden durchbrechen als diejenigen kleinerer Körner. Die Arbeit, die Stengel- und Wurzelkeime beim Durchbrechen der äusseren Celluloseschicht zu leisten haben, kann dagegen nicht als Energieentfaltung aufgefasst werden, sonst müssten ja die grossen Körner, deren dünnere Samenschale leichter zu durchbrechen ist, den kleineren mit verhältnismässig dickerer Samenschale vorauseilen. Aber, wie schon bemerkt, ist gerade das Umgekehrte der Fall.

Die Keimkraft unterliegt bei allen Versuchen nur kleinen und regellosen Schwankungen und ist nahezu überall die gleiche, was ganz natürlich ist, da auch die beste Sortierung nicht imstande ist, äusserlich schwere und gutgeformte Körner mit erstorbener Keimkraft abzuscheiden.

β) Um nun aber doch ein annäherndes Bild von der Leistungsfähigkeit der hergestellten Kornsortimente zu erhalten, wurde ein Verfahren eingeschlagen, das den Körnern die Anwendung einer wirklichen Energieentfaltung gestattete und es ermöglichte, die letztere quantitativ zu messen und zu vergleichen. Es wurden verschiedene Kornsortimente in 35 cm. langen, 20 cm. breiten, 9 cm. tiefen Kästen 2 cm. tief untergebracht. Jeder Kasten war am Boden 3 cm. hoch mit Sand, der eine Drainage ersetzen sollte, darüber 6 cm. hoch mit schwarzer Gartenerde gefüllt und enthielt je

Keimproben.

Keimproben mit je 400 Körnern.

Parallelversuche mit je 200 Körnern.

	1. Tag	2. Tag	3. Tag	Keimungsenergie in %	4. Tag.	5. Tag	6. Tag	7. Tag	8. Tag.	9. Tag.	10. Tag	Rest	Summe Keimkraft in %
Unsortirt	6	90	34	65,0	20	15	6	5	3	3	2	16	92,0
Centrifuge tief. I.	8	96	42	73,0	10	13	7	4	4	4	4	8	96,0
" II.	8	90	44	71,0	22	18	6	–	–	–	2	10	95,0
Centrifuge mittel I	2	101	29	66,0	16	29	12	–	2	1	–	8	96,0
" II	3	132	7	71,0	6	23	9	2	1	–	1	16	92,0
Centrifuge hoch I	4	88	16	54,0	12	38	30	2	1	–	–	9	95,5
" II	5	112	23	70,0	12	27	9	3	1	–	–	8	96,0
Windfege I	4	80	20	52,0	23	35	21	6	1	1	–	9	95,5
" II	2	90	12	55,5	19	38	14	2	1	–	–	15	92,5
Windfege + Centrifuge I	4	71	19	47,0	7	38	20	14	10	3	2	12	94,0

Windfege	I	2	86	23	55,5	8	48	16	7	1	–	–	9	95,5
"	II	4	115	21	70,0	5	26	15	2	1	1	–	10	95,0
Trieur	I	10	135	30	87,5	10	3	1	–	–	1	–	10	95,0
"	II	9	130	25	82,0	11	6	7	2	–	2	–	8	96,0
Trieur + Windfege	I	2	125	28	77,5	15	20	1	–	1	–	–	8	96,0
"	II	6	120	24	75,0	18	9	6	3	–	4	2	8	96,0
Windfege + Trieur	I	4	102	22	64,0	22	15	10	8	6	4	1	6	97,0
"	II	4	105	25	67,0	24	20	5	2	1	2	–	12	94,0
Trieur + Centrifuge	I	2	122	33	78,5	17	10	8	–	1	1	–	8	96,0
"	II	4	124	32	80,0	12	8	3	2	–	2	1	12	94,0
Centrifuge + Trieur	I	6	120	20	73,0	10	12	8	6	5	4	3	6	97,0
"	II	2	126	24	76,0	17	10	6	3	2	2	–	8	96,0

Keimproben mit je 1000 Körnern

		1. Tag	2. Tag	3. Tag	Keimungsenergie in %	4. Tag	5. Tag	6. Tag	7. Tag	8. Tag	9. Tag	10. Tag	Rest	Summe Keimkraft in %
Unsortirt	1	75	107	2	184	·	1	·	·	·	·	·	15	185
"	2	67	121	4	192	·	1	·	1	·	·	·	6	194
"	3	58	127	6	191 = 94.2	·	·	·	·	·	·	·	9	191 = 94.7
"	4	116	71	2	189	·	1	·	·	·	·	·	10	190
"	5	132	50	4	186	·	·	·	·	·	1	·	13	187
Centrifuge tief I	1	124	70	2	196	·	·	·	·	·	·	·	4	196
"	2	126	60	3	189 = 96.5	2	·	·	·	·	·	·	9	191
"	3	125	66	3	194	·	·	1	·	·	·	·	5	97.1 195
"	4	134	53	7	194	·	·	2	·	·	·	·	4	196
"	5	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]

Centrifuge tief II	1	130	61	4	195	·	·	·	·	·	·	·	5	195
"	2	132	53	5	190	1	·	·	·	·	·	·	9	191
"	3	115	81	—	196 = 96.8	·	·	1	·	·	·	·	3	197 = 97.3
"	4	123	58	13	194	·	·	1	·	·	·	·	5	195
"	5	143	48	2	193	1	·	1	·	·	·	·	5	195
Centrifuge mittel	I 1	146	43	5	194	1	·	·	·	·	2	·	3	197
"	2	155	38	2	195	·	·	1	·	·	·	·	4	196
"	3	130	58	7	195 = 97.9	1	·	1	·	·	·	·	3	197 = 98.6
"	4	146	47	6	199	1	·	·	·	·	·	·	·	200
"	5	155	39	2	196	·	·	·	·	·	·	·	4	196
"	II 1	160	31	7	198	2	·	·	·	·	·	·	·	200
"	2	152	40	2	194 = 97.9	·	·	1	·	·	·	·	5	195 = 98.6
"	3	150	35	6	191	3	·	1	·	·	·	·	5	195
"	4	135	58	5	198	·	·	·	·	·	·	·	2	198
"	5	170	25	3	198	·	·	·	·	·	·	·	2	198

		1. Tag.	2. Tag	3. Tag	Keimungs-energie in %	4. Tag.	5. Tag	6. Tag	7. Tag	8 Tag	9. Tag	10. Tag	Rest	Summe Keimkraft in %
Centrifuge hoch I	1	146	43	1	190	.	.	.	.	.	.	.	9	191
	2	128	63	5	196	2	.	1	.	.	.	.	2	198
	3	141	51	3	195 = 97,0	.	.	1	.	1	.	.	4	196 = 97.8
	4	152	32	9	193	2	.	.	.	.	.	.	5	195
	5	145	38	13	196	2	.	.	.	.	.	.	2	198
II	1	146	51	1	198	.	.	1	.	.	.	.	2	198
	2	133	56	3	192	1	.	.	.	.	.	.	7	193
	3	155	38	3	196 97,1	.	.	.	.	.	.	.	4	196 = 97.8
	4	161	30	5	196	.	.	.	.	.	.	.	4	196
	5	139	56	.	195	.	.	.	.	.	.	.	5	195
Windfege I	1	136	59	2	197	.	.	.	.	.	.	.	3	197
	2	144	50	2	196	2	.	.	.	.	.	.	2	198
	3	147	43	4	194 = 96,0	2	.	.	.	.	.	.	4	196 = 97.9
	4	142	48	2	192	4	.	.	.	.	.	.	4	196

II	1	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
	2	159	25	4	188	9	.	.	.	.	.	.	3	197	
	3	148	41	2	191 = 96,4	3	.	.	.	.	.	.	6	194 = 98,3	
	4	144	47	3	194	3	.	1	.	.	.	.	2	198	
	5	136	49	8	193	1	.	1	.	.	.	.	5	195	
Windfege + centrifuge I	1	146	46	2	194	.	.	2	.	.	.	.	4	196	
	2	158	37	3	198	.	.	.	.	.	.	.	2	198	
	3	135	57	2	194 = 98.1	1	.	.	.	.	.	.	5	195 = 98,4	
	4	105	88	5	198	.	.	.	.	.	.	.	2	198	
	5	128	68	1	197	.	.	.	.	.	.	.	3	197	
III	1	137	60	.	193	3	.	1	.	.	.	.	3	197	
	2	159	33	5	197	.	.	1	.	.	.	.	2	198	
	3	172	21	2	195 = 97,4	1	.	.	.	.	.	.	4	196 = 98,6	
	4	162	32	3	197	.	.	2	.	.	.	.	1	199	
	5	165	27	.	192	4	.	.	.	.	.	.	4	196	

		1. Tag	2. Tag	3. Tag	Keimungs-energie in %	4. Tag	5. Tag	6. Tag	7. Tag	8. Tag	9. Tag	10. Tag	Rest	Summe Keimkraft in %
Centrifuge + Windfege I	1	144	50	3	197	.	1	.	.	.	.	.	2	198
	2	152	35	4	197	.	.	.	.	.	.	.	3	197
	3	163	30	3	196 = 98.2	.	1	.	.	.	.	.	2	198 = 98.7
	4	153	39	1	194	.	2	.	.	.	.	.	4	196
	5	157	40	1	198	.	.	.	.	.	.	.	2	198
II	1	143	50	3	196	.	1	.	1	.	.	.	2	198
	2	167	31	.	198	.	.	.	.	.	.	.	2	198
	3	159	39	.	198 = 98.6	.	.	.	.	.	.	.	2	198 = 99.0
	4	144	51	1	196	.	.	.	.	.	.	.	4	196
	5	152	46	.	198	.	2	.	.	.	.	.	.	200
Trieur I	1	150	45	3	198	.	.	.	.	.	.	.	2	198
	2	164	31	1	196	.	1	.	.	.	.	.	3	197
	3	162	34	1	197 = 98.1	.	.	.	.	.	.	.	3	197 = 98.6
	4	140	54	2	196	.	1	.	.	.	.	.	3	197

II	1	140	59	1	200	.	.	.	.	.	.	.	.	200
	2	142	54	.	196	.	.	.	.	.	.	.	4	196
	3	148	46	2	196 = 98.9	.	1	.	.	.	.	.	3	197 = 99.2
	4	154	43	.	197	.	2	.	.	.	.	.	1	199
	5	157	43	.	200	.	.	.	.	.	.	.	.	200
Trieur + Windfege I	1	146	46	4	196	.	1	.	1	.	.	.	2	198
	2	156	39	2	197	.	1	.	.	.	.	.	2	198
	3	129	57	8	194 = 97.8	.	1	.	.	.	.	.	5	195 = 98.3
	4	124	68	3	195	.	1	.	.	.	.	.	4	196
	5	139	56	1	196	.	.	.	.	.	.	.	4	196
II	1	144	51	1	196	.	.	.	.	.	.	.	4	196
	2	137	54	1	192	.	.	.	.	.	.	.	8	192
	3	147	47	3	197 = 97.6	.	.	.	.	.	.	.	3	197 = 97.7
	4	135	57	2	194	.	1	.	.	.	.	.	5	195
	5	132	64	1	197	.	.	.	.	.	.	.	3	197

		1. Tag	2. Tag	3. Tag	Keimungsenergie in %	4. Tag	5. Tag	6. Tag	7. Tag	8. Tag	9. Tag	10. Tag	Rest	Summe Keimkraft in %
Windfege + Trieur I	1	112	81	1	194	.	.	.	.	.	.	.	6	194
	2	138	54	2	194	.	3	.	.	.	.	.	3	197
	3	119	84	1	196 = 97.8	.	.	.	.	.	.	.	4	196 = 98.1
	4	113	85	.	198	.	.	.	.	.	.	.	2	198
	5	106	89	1	196	.	.	.	.	.	.	.	4	196
II	1	114	83	2	199	.	.	.	.	.	.	.	1	199
	2	83	113	1	197	.	.	.	.	1	.	.	2	198
	3	72	120	5	197 = 98.8	.	1	.	.	.	.	.	2	198 = 99.1
	4	118	75	4	197	.	.	.	.	.	.	.	3	197
	5	111	81	6	198	.	1	.	.	.	.	.	1	199
Trieur + Centrifuge I	1	84	109	3	196	.	.	.	.	.	.	.	4	196
	2	89	107	2	198	.	.	.	.	.	.	.	2	198
	3	82	109	1	192 = 98.0	.	.	.	.	.	.	.	8	192 = 98.0
	4	80	111	5	196	.	.	.	.	.	.	.	4	196
	5	91	105	2	198	.	.	.	.	.	.	.	2	198
II	1	109	84	1	194	.	1	.	.	.	.	.	5	195
	2	88	107	2	197	.	.	.	.	.	.	.	3	197
	3	106	83	2	191 = 96,9	.	.	.	.	.	.	.	9	191 = 97.1
	4	71	117	2	190	.	.	.	.	1	.	.	9	191
	5	88	107	2	197	.	.	.	.	.	.	.	3	197
Centrifuge + Trieur I	1	62	128	3	193	.	1	.	.	1	.	.	5	195
	2	78	111	4	193	.	1	.	.	.	.	.	6	194
	3	65	123	6	194 = 97,2	.	.	.	.	.	.	.	6	194 = 97,6
	4	45	146	5	196	.	1	.	.	.	.	.	3	197
	5	42	149	5	196	.	.	.	.	.	.	.	4	196
II	1	65	130	.	195	.	.	.	.	.	.	.	5	195
	2	53	137	3	193	.	.	.	.	.	.	.	7	193
	3	30	163	3	196 = 97,2	.	1	.	.	.	.	.	3	197 = 97,7
	4	33	154	4	191	.	2	.	.	1	.	.	6	194
	5	31	163	3	197	.	1	.	.	.	.	.	2	198

Keimproben in der Erde

Datum. 29. März

Windfege 1.

Datum	
3. April	42
5. "	1, 3, 10, 13, 14, 16, 17, 22, 23, 24, 30, 32, 37, 38, 54
6. "	4, 6, 7, 8, 18, 20, 25, 40, 49, 50, 53, 56, 63, 64
7. "	5, 9, 11, 19, 21, 29, 31, 33, 35, 39, 43, 45, 46, 47, 48, 51, 55, 59, 60, 61
8. "	28, 34, 41, 44, 65
11. "	26

Windfege 2.

Datum	
5. April	17, 24, 53
6. "	2, 3, 10, 12, 14, 15, 16, 39, 59
7. "	1, 4, 6, 8, 9, 11, 18, 20, 21, 22, 25, 27, 29, 30, 32, 33, 35, 36, 38, 40, 41, 43, 45, 46, 48, 50, 52, 54, 55, 56, 58, 60, 62, 63, 65, 66, 67
8. "	5, 19, 23, 31, 42, 47
9. "	37

Trieur 1.

Datum	
5. April	1, 2, 5, 15
6. "	6, 10, 11, 13, 17, 27, 28, 31, 36, 39, 47, 49, 50, 52, 60
7. "	3, 4, 7, 16, 18, 20, 21, 25, 29, 33, 37, 42, 43, 48, 55, 56, 57, 62, 63, 66
8. "	14, 19, 23, 54, 58
9. "	8, 32
10. "	38, 64
11. "	26, 35, 67

Trieur 2.

Datum	
5. April	19
6. "	1, 14, 15
7. "	5, 6, 8, 9, 10, 11, 16, 17, 42, 43, 47, 62
8. "	3, 21, 22, 23, 29, 31, 32, 33, 34, 35, 40, 44, 48, 50, 52, 54, 55, 58, 60, 61, 63, 64
9. "	7, 18, 27, 28, 30, 38, 46, 49, 56, 57, 66
10. "	37, 39, 59, 65
11. "	
16. "	20, 24, 53

Centrifuge 1.

Datum	
4. April	11
5. "	1, 3, 5, 6, 13, 15, 17, 22, 25, 27, 34, 40, 47, 62
6. "	7, 8, 9, 12, 14, 16, 19, 20, 28, 29, 37, 39, 42, 64
7. "	4, 23, 32, 33, 35, 36, 45, 46, 48, 50, 51, 52, 53, 55, 57, 59, 60, 63, 65, 67
8. "	24, 54, 56
9. "	31, 66
10. "	
15. "	38

Centrifuge 2.

Datum	
5. April	1, 2, 6, 7, 11, 14, 17, 18, 19, 25, 31, 34, 35, 39, 47, 63
6. "	4, 15, 16, 20, 24, 30, 38, 43, 44, 46, 48, 62
7. "	3, 8, 9, 10, 12, 21, 22, 23, 27, 29, 33, 36, 37, 40, 41, 59, 64, 65, 66, 67
8. "	28, 32, 52, 55, 57, 58, 61
9. "	
10. "	

Unsortirt 1.

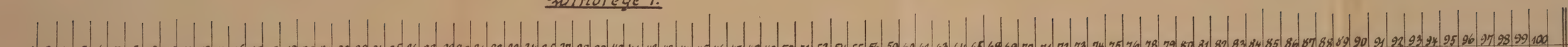
Datum	
5. April	6, 25, 26
6. "	1, 7, 13, 23, 24, 33, 52, 56, 62, 63, 64
7. "	2, 10, 18, 21, 31, 41, 42, 46, 49, 50, 57, 58, 61, 67
8. "	9, 12, 48
9. "	30, 32, 38, 54
11. "	14, 29, 40, 43
13. "	

Unsortirt 2.

Datum	
5. April	3, 12, 13, 17, 21, 22, 37, 42, 44, 48, 55
6. "	1, 4, 8, 9, 11, 15, 20, 28, 29, 36, 49, 53, 61, 63, 64
7. "	18, 19, 38, 40
8. "	6, 10, 14, 25, 31, 34, 43, 45, 50, 59, 67
9. "	27, 35
10. "	24
13. "	

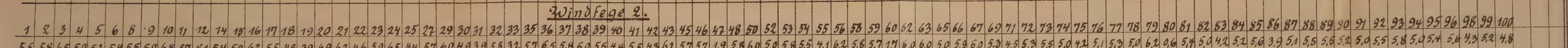
Wachstumsmessungen am 14. April.

Windfege 1.



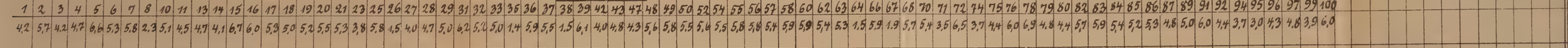
Gesamtlänge 434,3
Durchschnitt 4,9

Windfege 2.



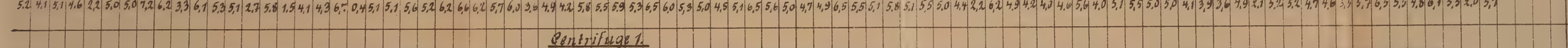
Gesamtlänge 447,7
Durchschnitt 5,2

Trieur 1.



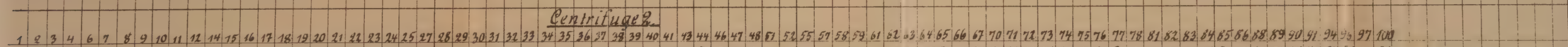
Gesamtlänge 374
Durchschnitt 4,9

Trieur 2.



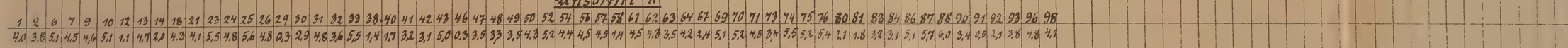
Gesamtlänge 418,9
Durchschnitt 4,9

Centrifuge 1.



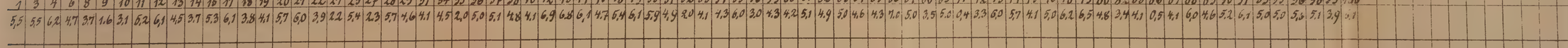
Gesamtlänge 452,5
Durchschnitt 5,6

Centrifuge 2.



Gesamtlänge 484,2
Durchschnitt 5,9

Unsortirt 1.

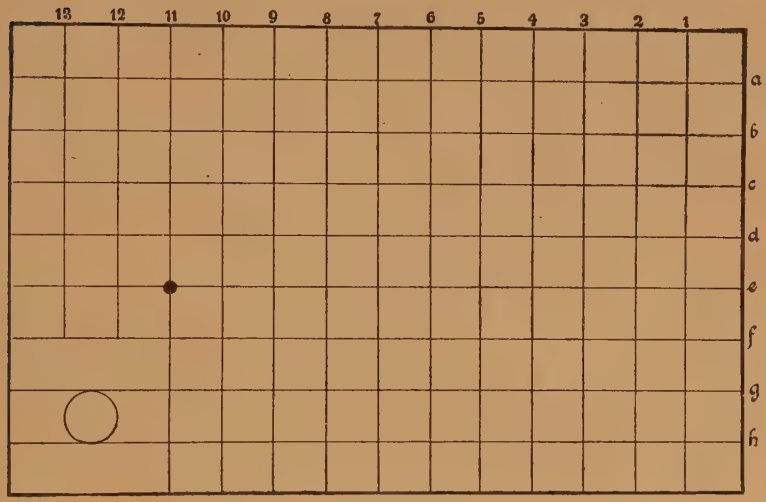


Gesamtlänge 229,3
Durchschnitt 3,8

Unsortirt 2.

Gesamtlänge 354,8
Durchschnitt 4,6

100 Körner, eines auf je 7 qcm. Eine Identifizierung der aufgehenden Individuen wurde durch reihenweises quadratisches Pflanzen und dadurch ermöglicht, dass diese Reihen an den langen und kurzen Seiten der Kästen durch Striche markiert wurden. Die aufgehenden Individuen standen dann jedesmal an Kreuzungspunkten dieser Striche und konnten so leicht wiedererkannt, gezählt und in eine Tabelle eingeordnet werden.



ometer

Z. B. würde die in der Zeichnung an der punktierten Stelle stehende Pflanze die Bezeichnung „e 11“ tragen. Da die etwas umständliche Versuchsanordnung eine weitere Ausdehnung der Experimente verbot, wurden nur je vier Parallelversuche zu je 100 Körnern in im ganzen acht Kästen angesetzt. Zwei Kästen enthielten mit der Centrifuge, zwei mit Windfege, zwei mit Trieur ausgelesene, zwei unsortierte Körner. Das Gewicht der jedesmal verwendeten 100 Körner wurde auf einer quantitativen Wage festgestellt und betrug für:

Centrifuge		Trieur	
1	2	1	2
2,9915.	2,9545.	2,9322.	2,9233.
Windfege		**Unsortiert**	
1	2	1	2
2,6675.	2,6765.	2,1526.	2,3336 g.

Diese 100 Korngewichtszahlen sind bedeutend geringer als die seiner Zeit auf der Tenne unmittelbar nach dem Sortieren ermittelten. Die Differenz erklärt sich zwanglos durch den Wasserverlust infolge längerer Aufbewahrung in gutgeheizten Räumen. Je einer der Vegetationskästen trug ein 3 cm. tief in den Boden eingesenktes Thermometer, um die Temperatur des ersteren messen und eventuelle Temperaturschwankungen ausgleichen zu können. Doch kamen höchstens Unterschiede von je $^1/_2{}^0$ vor, die sich gelegentlich wieder ausglichen. Das Ablesen erfolgte sechsmal am Tage. Ebenso wurde die Tages-Temperatur von einem frei aufgehängten Thermometer sechsmal am Tage abgelesen und notiert. Die Kästen selbst standen auf der Nordostseite eines Balkons.

Den Versuchen lag eine doppelte Absicht zu Grunde. Erstens sollte der Zeitpunkt des Erscheinens der Keime an der Oberfläche notiert und die Resultate der einzelnen Kästen verglichen werden, um so einen Aufschluss über die wirkliche Keimungsenergie zu gewinnen. Zweitens sollten in den ersten Wochen nach dem Aufgang der Körner die entsprechenden Wachstumsstärken derart verglichen werden, dass alle oberirdischen Stengelteile desselben Kastens gemessen, addiert und mit der entsprechenden Summe der Stengelteile der anderen Kästen verglichen werden sollten. Da die anfangs noch recht kurzen Keime mit keinem Bandmass festzustellen waren, mussten sie mit einem Stellzirkel auf ein Centimetermass abgetragen werden. Die geschilderten Versuche sollen nicht etwa förmliche Vegetationsversuche darstellen, wozu viel genauere Vorbereitungen und Sicherungen erforderlich sind, vielmehr handelt es sich nur

um die Produktionsleistung während der ersten vier Wochen. Das übrige bleibt der späteren Entwickelung vorbehalten; man kann aber mit Recht annehmen, dass Individuen, die anfangs eine grössere Wachstumsenergie bewiesen haben, diesen Vorsprung bis zur Ernte beibehalten werden.

Die Ergebnisse der durch rauhe nasskalte Witterung sehr verzögerten Keimung — der flachen Unterbringung hätte eine zeitigere Keimung entsprochen — sind in den folgenden Tabellen niedergelegt. Die ersten Keime an der Oberfläche zeigten sich, von einigen Vorläufern abgesehen, in grösserer Anzahl am 5. April, die letzten am 14., wo die Keimung als abgeschlossen betrachtet wurde.

	Windfege		Trieur		Centrifuge		Unsortiert	
	1	2	1	2	1	2	1	2
Keimungs-energie	78	74	56	51	71	66	44	55
Durchschn.	76,0		53,5		68,5		49,5	
Keimkraft	88	86	76	86	82	79	60	77
Durchschn.	87,0		81,0		80,5		68,5	

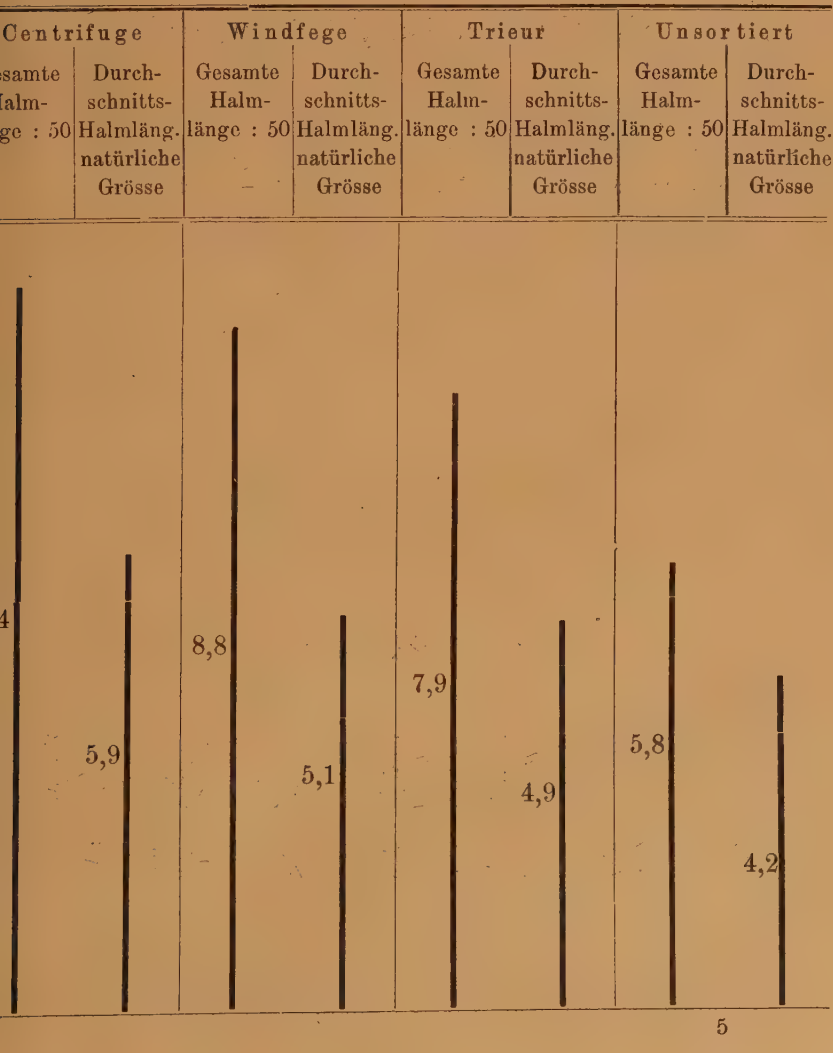
Die im Durchschnitt 78,37 betragende Keimkraft bleibt bei diesen Versuchen um etwa 10% hinter der der Tellerversuche zurück. Diese durch ungünstige Einflüsse bewirkte „natürliche Auslese“ scheint aber kein Massstab des Sortierungsgrades zu sein; aus der vorstehenden Tabelle geht hervor, dass Keimkraft und Keimungsenergie derselben Sorte meist parallel gehen, aber nicht die Produktionsfähigkeit des betreffenden Saatguts ausdrücken. Wollte man die Sorten nach der Keimungsenergie klassifizieren, so stände die Windfege obenan, es folgte die Centrifuge, dann der Trieur, zuletzt das unsortierte Saatgut. Nach der Keimkraft müsste man wiederum der Windfege den Vorrang

einräumen, dann den Trieur, darauf die Centrifuge, zuletzt die unsortierten Körner folgen lassen. Anders wird nun aber das Bild, wenn wir die Ergebnisse der Messungen der oberirdischen Stengelteile zum Vergleichspunkt machen. Dies scheint gerechtfertigt, da es weniger darauf ankommt, viele schwächliche als vor allem produktionskräftige schnellwüchsige Individuen zu erzeugen.

	Centrifuge		Windfege		Trieur		Unsortiert	
	1	2	1	2	1	2	1	2
Gesamte Halmlänge	452,5	484,2	434,3	447,7	374,4	418,9	229,3	354,8
Durchschn.	468,35		441,0		396,65		292,05	
Relative Halmlänge	5,8	5,9	4,9	5,2	4,9	4,9	3,8	4,6
Durchschn.	5,9		5,1		4,9		4,2	

Unter diesem Gesichtspunkt steht die Centrifuge obenan, denn die Gesamtlänge aller ihrer oberirdischen Stengelteile beträgt 468,35, es folgt die Windfege mit 441,0, dann der Trieur mit 396,65, zuletzt das unsortierte Saatgut mit 292,05. In völliger Uebereinstimmung damit beträgt die Durchschnittslänge des einzelnen Stengels bei der Centrifuge 5,9 bei der Windfege 5,1, beim Trieur 4,9, beim unsortierten Saatgut 4,2. Dass die Trieurauslese in ihrer Produktionskraft trotz höheren Körnergewichts hinter der Windfegenauslese zurückbleibt, ist sehr auffallend und bestätigt die auf Seite 66 aufgestellte Vermutung, dass die Trieurauslese viele innerlich kranke Körner enthalte und dass die alleinige Auslese nach Grösse kein richtiges Sortierprinzip sei. Dagegen hat die Centrifugenauslese den Erwartungen, die man infolge ihres Körnergewichts von ihr hegen konnte, völlig entsprochen, indem sie trotz der geringeren Anzahl ihrer lebensfähigen Individuen nicht nur absolut, sondern

auch relativ die grösste Blattmasse erzeugte. Der üppigere Stand der Centrifugenauslese drängte sich auch ohne Messungen jedem Beschauer auf. Das berechtigt zu dem schwerwiegenden Schluss, dass die Produktionsfähigkeit eines Saatguts nicht von seiner Keimkraft oder Keimungsenergie, sondern von seiner Wachstumsenergie abhängt.



Letztere ist meist aber, nicht immer, mit dem Korngewicht identisch; z. B. wurde die Auslese des Trieur trotz höheren Korngewichts von der der Windfege überholt. Die hervorragende Wachstumsenergie der durch Centrifugalkraft ausgelesenen Körner ist wohl dem kombinierten Sortierverfahren der Centrifuge nach absolutem und spezifischem Gewicht zuzuschreiben.

Ergebnisse für Theorie und Praxis.

Der Hauptzweck vorstehender Untersuchungen war es in erster Linie festzustellen, welche Art der Saatgutsortierung die beste Auslese erzeuge. Es ergaben sich aber nebenher auch einige theoretische Resultate, die ich im folgenden nochmals zusammenfasse:

1. Die Centrifugalkraft scheint beim Roggen nicht nur nach absolutem, sondern auch nach specifischem Gewicht auszulesen.
2. Keimproben auf Sand oder Fliesspapier können nur die Keimkraft, nicht aber die Produktionskraft des Saatguts ausdrücken.
3. Zur Ermittelung der letzteren sind Keimproben in der Erde und Wachstumsmessungen vorzunehmen.
4. Der Fettgehalt steht beim Roggen in keinem erweislichen Zusammenhang mit dem Stärkegehalt.
5. Die Bestimmung des 100 Korngewichts besitzt bei richtiger Ausführung genügende Zuverlässigkeit. Eine Bestimmung der Kornzahl im Liter ist für die Bedürfnisse des Praxis nicht nötig.

Was die praktischen Resultate betrifft, so hat sich die Centrifuge in ihrer hohen Ringstellung den beiden anderen Sortiermaschinen-Typen in der qualitativen Auslese überlegen gezeigt. Einer kombinierten Anwendung verschiedener Sortiersysteme ist mit Rücksicht auf die Höhe des durchschnittlichen Korngewichts nicht das Wort zu reden, da eine allzu weitgehende Auslese quantitativ unzulänglich wird. Nur zur Herstellung einer hochgradigen

Gleichmässigkeit der Korngrösse käme sie eventuell in Frage.

Die bei Reinigung der Centrifugensortimente durch den Trieur sich ergebende Erhöhung des Korngewichts um 0,09 ist nicht hoch genug, um den zu nochmaliger Sortierung erforderlichen Zeit- und Geldaufwand zu rechtfertigen. Dass die Centrifuge durch nochmaliges Trieuren eine geringe Verbesserung erfährt, beweist nur, dass erstere noch wirksamer wäre, wenn ihr Trieurcylinder eine grössere Länge hätte. Die Auslese darf aber in der Praxis nicht ins Ungemessene getrieben werden, sonst ist es nicht mehr möglich die erforderliche Saatgutmenge zu erhalten. Bei der Centrifuge ist das schon der Fall, wie aus folgender einfacher Berechnung hervor geht. Es entstehen bei der Sortierung etwa 4% erster Sorte. Nehmen wir nun an, die gesamte Roggenernte eines Gutes, wo 200 Morgen Roggen gebaut werden, betrage 2000 Ctr., so brauchte man, um im nächsten Jahre wieder 200 Morgen zu besäen, etwa 200. 80 Pfd. Roggen = 160 Ctr. Die Centrifuge liest aber aus den vorhandenen 2000 Ctr. nur 4% Saatgut erster Sorte aus = 80 Ctr., also gerade nur die Hälfte. Ich schlage nun vor, die andere Hälfte aus der zweiten Sorte zu decken, die noch ein sehr hohes Korngewicht hat und sogar nach meinen Untersuchungen unkrautfreier ist als die erste Sorte.

Das erhaltene Mischprodukt würde hinsichtlich seiner Güte genau die Mitte der beiden Komponenten halten, also das Korngewicht 3,21 haben. Es wäre dann dem Produkt der Windfege noch um 0,06 an Korngewicht überlegen, würde dagegen hinter dem des Trieurs um 0,29 zurückbleiben. Der Trieur würde also unter diesen veränderten Umständen ein besseres Resultat liefern, doch spricht gegen ihn wieder seine sehr geringe Tagesleistung, die seine Anschaffung und Anwendung ausserordentlich kostspielig macht. Gegen die Windfege, die in quantitativer Hinsicht obenan steht, lässt sich nur anführen, dass sie nicht völlig gleichmässig sortiert; wo aber, wie meist in der Praxis darauf kein so hoher Wert gelegt wird, dürfte ihre Anwendung noch immer am ratsamsten sein. Wenn es also nicht gelingt

die Centrifuge so zu konstruieren, dass sie unter Wahrung des hohen Körnergewichts ein besseres quantitatives Resultat der ersten Sorte liefert, ist für die Auslese in der Praxis nur der nicht zu unterschätzende Vorteil gewonnen, dass man das Saatgut nur über eine einzige Maschine gehen zu lassen braucht und dadurch Zeit und Arbeit erspart. Was die letztere betrifft, so gleicht sich indes dieser Umstand zu Ungunsten der Centrifuge der Windfege gegenüber wieder dadurch aus, dass erstere einen schwereren Gang hat und auf die Dauer nur durch 2 Mann bewegt werden kann, während zum Antrieb der letzteren eine Person genügt.

Es spricht also vieles für und gegen jeden der drei Maschinentypen, die Centrifuge bedeutet allerdings eine Lösung aller an Sortiermaschinen gestellten Anforderungen, aber nur in Hinsicht auf Qualität, während die Quantität noch zu wünschen übrig lässt.

Anders liegt die Sache für den empirischen Saatgutzüchter, dem weniger an der Menge als daran liegt, eine möglichst vorzügliche Sorte zu verkaufen; er braucht natürlich nicht die erste Sorte der Centrifuge mit der zweiten zu mischen, sondern hat in der Centrifuge mit hoher Ringstellung ein unübertreffliches Mittel zur Herstellung eines Elitekorns.

Benutzte Literatur.

1) Arbeiten der deutschen Landwirtschaftgesellschaft, Heft 36. v. Rümker, Der wirtschaftliche Mehrwert guter Kulturvarietäten und auserlesenen Saatguts.
2) Centralblatt für Agriculturchemie 1901.
3) Journal d'agriculture pratique 1895 II.
4) Marek, Das Saatgut und dessen Einfluss auf Menge und Güte dér Ernte 1875, S. 71.
5) Wollny, Die Kultur der Getreidearten. S. 114.
6) Journal für Landwirtschaft 1892, S. 45.
7) Hellriegel, Beiträge zu den naturwissenschaftlichen Grundlagen des Ackerbaus 1883, S. 45—47.
8) Fühlings landw. Zeitung 1900, S. 28—37, 45—53.
9) v. Bibra, Die Getreidearten und das Brot.
10) Schertler, Die Anwendung des specifischen Gewichts als Mittel zur Wertbestimmung 1873.
11) Church, Practice with Science, London 1865, S. 107.
12) Harz, Landw. Samenkunde 1885, S. 264, 279, 276.
13) Wollny, Saat und Pflege der landw. Kulturgewächse, Journal für Landwirtschaft 1877, S. 159.
14) Samenkunde, S. 313.
15) Landw. Jahrbücher 1886, S. 309.
16) Rimpau, Jahrbuch der deutschen Landwirtschaftsgesellschaft V. 1890.
17) Wollny, Journal für Landwirtschaft 1877.
18) Schindler, Centralblatt für Agriculturchemie 1897, S. 761.
19) v. Walderdorff, Wiener landw. Zeitung 1871, S. 23.
20) Nobbe, Handbuch der Samenkunde 1876, S. 331.
21) v. Rümker, Anleitung zur Getreidezüchtung 1889.
22) Wolffenstein, Journal für Landwirtschaft 1875, S. 261 und 1877, S. 1.
23) 1. Columella de re rustica II. § 10—12.
2. Virgil, Georgica I v. 197—200.
3. Varro de re rustica I. 52, 1.

24) Fritz, Handbuch der landw. Maschinen, S. 522.
25) Jahresbericht über die Fortschritte auf dem Gebiete der Landwirtschaft 1886, S. 70.
26) Fesca, Beiträge zur Kenntnis der Japanischen Landwirtschaft. Berlin 1890.
27) Hamm, Die landw. Geräte und Maschinen Englands 1858.
28) Deutsche landw. Presse 1892, No. 160.
29) Deutsche landw. Presse 1892, No. 54.
30) Sächs. landw. Zeitschrift 1896, S. 292, 304, 334, 343.
Deutsche landw. Presse 1896, No. 57, 60.
Illustrierte landw. Zeitung 1896, No. 51, 53.
Zeitschrift der Landwirtschaftskammer für die Provinz Schlesien 1898, No. 15.
31) Zeitschrift der Landwirtschaftskammer für die Provinz Schlesien 1898, No. 12.
32) Strecker, Mitteilung der sächs. Maschinen-Prüfungs-Station in der sächs. landw. Zeitung 1899, No. 42, 43.
33) Dr. Walter, Leipzig 1902. Eine vergleichende Prüfung von Getreidereinigungs- und Sortiermaschinen.
34) Perlitius, Der Einfluss der Begrannung auf die Wasserverdunstung der Ähren und die Kornqualität, S. 61.
35) Prantl-Pax, Lehrbuch der Botanik, S. 52.
36) Siehe 4), S. 26.
37) König, Chemie der menschlichen Nahrungs- und Genussmittel.
38) Nowacki, Anleitung zum Getreidebau 1899, S. 128.
39) E. Schulze, Landw. Jahrbücher 1892, S. 79.
40) Meyer, Agriculturchemie 1902, S. 152.
41) Prof. Vogel, Centralblatt für Agriculturchemie Teil I. S. 229.
42) Siehe 35), S. 55.
43) Siehe 12), S. 443.
44) Siehe 5), S. 23.
45) Landw. Kalender von Mentzel und Lengerke 1899, S. 104.
46) v. Rümker, Jahrbuch der deutschen Landwirtschaftsgesellschaft 1896, S. 141.

I.

Windfegen-Versuche.

	Windfege	I. Sorte	%	II. Sorte.	%	Abfall	%	Touren-zahl	Zeit-dauer	Zahl der Umdrehungen in 1 Minute	Leistung in 1 Std. kg	Ctr.	hl.	Pro Tag 9 Std. kg.	100 Korn-gewicht. I.	II.	Hectoliter-gewicht I.	II.
1.	30 kg	13,45	44,83	15,90	53,00	0,65	2,17	106	2,28	43	730	14,60	10,34	6570	2,80	2,21	70,00	65,9
2.	30 „	13,72	45,73	14,67	48,90	1,61	5,37	108	2,27	44	734	14,68	10,39	6606	2,83	2,10	70,5	66,5
3.	30 „	18,90	63,00	10,20	34,66	0,70	2,34	109	2,26	45	740	14,80	10,48	6660	2,83	2,34	70,0	64,3
4.	30 „	18,15	60,51	11,02	36,73	0,83	2,76	111	2,25	46	744	14,88	10,53	6696	2,71	1,91	69,8	63,1
5.	30 „	16,50	55,00	12,40	41,33	1,10	3,67	113	2,22	48	760	15,20	10,76	6840	2,78	2,07	68,8	64,0
6.	30 „	11,46	38,20	16,33	54,44	2,21	7,36	113	2,21	48	762	15,24	10,79	6858	2,99	2,18	71,0	65,5
7.	30 „	15,10	50,33	13,60	45,33	1,30	4,34	114	2,20	49	770	15,40	10,90	6930	2,83	2,06	71,5	66,44
8.	30 „	16,65	55,50	12,20	40,67	1,15	3,83	115	2,19	50	774	15,48	10,97	6966	2,95	2,34	69,8	64,5
9.	30 „	11,40	38,00	16,45	54,83	2,15	7,17	116	2,19	50	775	15,50	10,97	6975	2,92	2,23	70,0	66,9
10.	30 „	12,55	41,83	15,70	52,33	1,75	5,84	116	2,19	50	777	15,54	11,00	6993	2,91	2,35	70,05	67,5
11.	30 „	10,30	34,33	17,22	57,40	2,48	8,27	117	2,18	51	780	15,60	11,04	7020	2,89	2,36	69,95	65,5
12.	30 „	7,20	24,00	18,90	63,00	3,90	13,00	122	2,16	54	795	15,90	11,27	7155	3,02	2,47	71,0	67,9
13.	30 „	16,05	53,50	12,90	43,00	1,05	3,50	124	2,15	55	800	16,00	11,33	7200	2,71	2,03	68,9	64,3
14.	30 „	5,26	17,53	18,60	62,00	6,14	20,47	123	2,14	55	802	16,04	11,35	7218	3,08	2,66	71,8	68,00
15.	30 „	4,44	14,80	18,78	62,60	6,78	22,60	124	2,13	56	810	16,20	11,47	7290	3,12	2,79	70,2	68,9
16.	30 „	4,90	16,33	19,40	64,67	5,70	19,00	125	2,12	57	816	16,32	11,55	7344	3,11	2,50	71,00	69,3
17.	30 „	2,90	9,67	17,50	58,33	9,60	32,00	129	2,9	60	835	16,70	11,82	7515	3,03	2,56	72,00	68,5
18.	30 „	0,80	2,67	8,15	27,16	21,05	70,17	131	2,7	62	845	16,90	11,96	7605	3,05	3,07	70,00	69,5

II.

Vergleichende Versuche zwischen Windfege I und II

	Windfege	I. Sorte	%	II. Sorte	%	Abfall	%	Touren-zahl	Zeit-dauer	Zahl der Umdrehungen in 1 Minute	Leistung in 1 kg	Leistung in 1 Ctr.	Std. hl.	Pro Tag 9 Std. kg.	100 Körnge-wicht I.	100 Körnge-wicht II.	Hectoliterge-wicht I.	Hectoliterge-wicht II.
I. 19a.	30 kg	20,07	66,90	9,38	31,27	0,55	1,83	108	2,27	44	735	14,70	10,42	6615	2,63	1,93.	69,9	64,6
II. 19b.	30 „	16,80	56,00	11,20	37,33	2,00	6,67	123	2,17	52	785	15,70	11,13	7065	2,71	1,88	70,1	64,8
I. 20a.	30 „	8,37	27,90	18,32	61,07	3,31	11,03	121	2,15	54	796	15,92	11,29	7164	2,94	2,29	69,7	67,3
II. 20b.	30 „	6,06	20,20	20,34	67,80	3,60	12,00	123	2,17	52	786	15,72	11,15	7074	2,98	2,38	70,3	68,6
I. 21a.	30 „	10,60	35,33	17,50	58,33	1,90	6,34	117	2,18	51	780	15,60	11,04	7020	3,01	2,30	71,0	66,5
II. 21b.	30 „	7,50	25,00	21,12	70,40	1,38	4,60	123	2,17	52	786	15,72	11,15	7074	2,96	2,29	70,8	67,8
I. 22a.	30 „	13,45	44,83	14,96	49,87	1,59	5,30	115	2,21	49	766	15,32	10,86	6894	2,85	2,13	71,2	66,0
II. 22b	30 „	9,30	31,00	20,10	67,00	0,60	2,00	123	2,17	52	784	15,68	11,12	7056	2,99	2,22	72,2	65,9
I. 23a	30 „	15,27	50,90	13,72	45,73	1,01	3,37	115	2,21	49	765	15,30	10,85	6885	2,92	2,10	69,5	64,3
II. 23b.	30 „	12,70	42,33	16,30	54,33	1,00	3,34	113	2,22	48	760	15,20	10,76	6840	2,82	2,08	71,4	65,4
I 24a	30 „	13,15	43,83	15,30	51,00	1,55	5,17	113	2,21	48	763	15,26	10,82	6867	2,92	2,17	71,0	66,8
II. 24b.	30 „	10,00	33,33	18,85	62,84	1,15	3,83	113	2,21	48	761	15,22	10,79	6849	2,82	2,37	71,0	68,0
I. 25a.	30 „	22,85	76,17	6,70	22,33	0,45	1,50	112	2,23	47	754	15,08	10,69	6786	2,71	2,25	69,2	63,0
II. 25b.	30 „	20,15	67,17	9,55	31,83	0,30	1,00	112	2,23	47	755	15,10	10,70	6795	2,70	1,96	70,0	62,3
I. 26a.	30 „	6,35	21,17	19,15	63,83	4,50	15,00	122	2,16	54	794	15,88	11,26	7146	3,08	2,30	73,0	68,3
II. 26b.	30 „	4,25	14,17	22,00	73,33	3,75	12,50	122	2,16	54	795	15,90	11,27	7155	2,95	2,37	73,3	70,8
I. 27a	30 „	12,92	43,07	16,04	53,47	1,04	3,46	113	2,21	48	762	15,24	10,80	6858	2,94	2,16	69,1	68,1
II. 27b.	30 „	13,01	43,37	15,89	52,97	1,10	3,66	111	2,22	47	756	15,12	1072	6804	2,86	2,25	70,2	70,3

III

Centrifugen-Versuche.

		I. Sorte	%	II. Sorte	%	III. Sorte	%	Trieurabfall	%	Schmutz-Schüttelsieb	%	Windfegeabfall	%	Tourenzahl	Zeitdauer	Zahl der Umdrehungen in Minuten	Leistung in 1 Std. kg	Ctr.	hl.	Pro Tag 9 Std. kg	Specifisches Gewicht I.	II.	III.	Verunreinigung I.	II.	III.	Körnergrösse I.	II.	III.	100 Korngewicht I.	II.	III.	Hectolitergewicht I.	II.	III.
Ring tief.	15 kgr.	2,85	19,00	7,95	53,00	3,25	21,67	0,60	4,00	0,084	0,56	0,267	1,77	138	3,12	43	281	5,62	3,98	2529	1,262	1,253	1,234	2,9	3,5	4,0	über 2½ mm 68,05	32,60	2,13	3,02	2,55	1,70	70,1	69,4	63,0
	15 „	2,59	17,27	6,72	44,80	4,77	31,80	0,62	4,13	—	—	0,30	2,00	139	3,10	44	284	5,63	4,02	2556	1,274	1,250	1,230	3,1	3,2	3,8	über 1¾ mm 31,05	63,95	68,14	3,18	2,61	1,78	70,7	70,0	64,2
	15 „	3,69	24,60	7,88	52,53	2,89	19,27	0,50	3,34	0,017	0,11	0,023	0,15	138	3,04	45	293	5,86	4,15	2637	1,273	1,254	1,235	3,1	3,5	4,1	unter 1¾ mm 0,90	3,45	29,73	2,80	2,50	1,74	69,4	70,0	64,9
Durchschnitt		3,04	20,29	7,52	50,11	3,64	24,25	0,57	3,82	0,034	0,22	0,196	1,31	138	3,09	44	286	5,72	4,05	2574	1,269	1,252	1,233	3,0	3,4	3,9				3,00	2,55	1,74	70,9	69,8	64,0
Ring mittel	15 kgr.	1,69	11,27	8,67	57,80	3,73	24,87	0,35	2,33	—	—	0,56	3,73	140	3,14	43	278	5,56	3,94	2502	1,277	1,250	1,230	3,3	3,5	4,2	über 2½ mm 67,48	35,91	2,03	3,22	2,60	1,60	71,7	69,8	64,3
	15 „	1,95	13,00	7,70	51,33	4,60	30,67	0,50	3,33	0,043	0,29	0,207	1,38	137	3,8	44	287	5,74	4,06	2583	1,279	1,241	1,222	3,0	3,5	4,3	über 1¾ mm 31,92	61,21	68,30	3,30	2,57	1,73	70,7	69,0	62,8
	15 „	2,16	14,40	7,47	49,80	4,47	29,80	0,64	4,27	0,063	0,42	0,197	1,31	139	3,11	46	283	5,66	4,01	2547	1,276	1,230	1,220	3,0	3,3	3,9	unter 1¾ mm 0,60	2,88	29,67	3,14	2,69	1,68	71,2	69,8	63,8
Durchschnitt		1,93	12,89	7,95	52,98	4,27	28,45	0,58	3,31	0,03	0,23	0,32	2,14	139	3,11	44	283	5,65	4,00	2544	1,277	1,240	1,224	3,1	3,4	4,1				3,22	2,62	1,67	71,2	69,5	63,6
Ring hoch	15. kgr.	0,67	4,47	10,04	66,93	3,37	22,47	0,273	1,82	0,015	0,10	0,632	4,21	140	3,15	43	277	5,54	3,92	2493	1,280	1,258	1,220	2,5	3,0	4,3	über 2½ mm 78,33	45,10	0,83	3,59	2,80	1,58	71,7	68,9	63,0
	15 „	0,66	4,40	10,20	68,00	3,57	23,80	0,35	2,33	0,01	0,07	0,21	1,40	136	3,06	44	290	5,80	4,11	2610	1,282	1,246	1,218	2,7	3,4	4,1	über 1¾ mm 21,31	53,70	56,60	3,70	2,70	1,67	70,3	67,5	63,1
	15 „	0,58	3,87	8,62	57,47	4,89	32,60	0,73	4,86	—	—	0,18	1,20	137	3,05	44	292	5,84	4,13	2628	1,283	1,260	1,206	2,6	3,2	4,2	unter 1¾ mm 0,36	1,20	42,57	3,65	2,85	1,56	72,0	69,5	63,0
Durchschnitt		0,64	4,25	9,62	64,13	3,94	26,29	0,451	3,00	0,008	0,06	0,341	2,27	138	3,09	43	286	5,72	4,05	2574	1,281	1,251	1,214	2,6	3,2	4,2				3,64	2,78	1,60	71,3	68,6	63,0
										Windfegen-Versuche.																	über 2½ mm								
	30 kg	4,22	14,07	19,77	65,90	6,01	20,03							124	2,13	56	810	16,20	11,47	7290	1,263	1,256		3,7	3,0		69,56	48,80		3,12	2,75		72,2	69,6	
	30 „	3,48	11,60	17,42	58,07	9,10	30,33							124	2,13	56	812	16,24	11,48	7308	1,266	1,252		3,7	3,1		über 1¾ mm			3,16	2,79		72,4	69,5	
	30 „	3,30	11,00	18,74	62,47	7,96	26,53							125	2,12	57	815	16,30	11,54	7338	1,264	1,259		3,6	3,0		29,02	49,17		3,09	2,60		71,8	69,9	
	30 „	2,92	9,73	18,57	61,90	8,51	28,37							125	2,12	57	818	16,36	11,58	7362	1,267	1,253		3,7	3,2		unter 1¾ mm			3,10	2,73		72,6	70,8	
	30 „	2,85	9,50	17,61	58,70	9,54	31,80							125	2,12	57	813	16,26	11,51	7317	1,268	1,257		3,6	3,1		1,42	2,43		3,23	2,76		71,8	69,3	
	30 „	2,65	8,83	15,56	51,83	11,80	39,34							128	2,10	59	830	16,60	11,75	7470	1,266	1,257		4,0	3,0					3,20	2,82		72,0	69,7	
	30 „	2,32	7,73	18,32	61,07	9,36	31,20							128	2,10	59	828	16,56	11,72	7452	1,267	1,254		3,8	2,9					3,14	2,62		72,8	69,2	
		3,10	10,35	18,00	59,99	8,90	29,66							125	2,11	57	818	16,36	11,58	7362	1,266	1,255		3,7	3,0					3,15	2,72		72,2	69,7	

IV. Vergleiche zwischen Windfege und Centrifuge.

		I. Sorte	%	II. Sorte	%	III. Sorte	%	Trieur-abfall	%	Schmutz-schüttel-sieb	%	Windfege-abfall	%	Touren-zahl	Zeit-dauer	Zahl der Umdrehungen in 1 Minute	Leistung in 1 Ctr.	Std.	Pro Tag 9 Std. kg	Specifisches Gewicht. I.	II.	III.	Verunreinigung. I.	II.	III.	Körnergrösse I.	II.	III.	100 Korngewicht. I.	II.	III.	Hectolitergewicht I.	II.	III.
Windfege + Centrifuge.																																	
Windfege	30 kg	5,05	16,83	18,95	63,17	6,00	20,00	–	–	–	–	--	–	126	2,9	59	831	16,62	11,77	7479						über 2 1/2 mm			3,05	2,50		72,3	69,5	
Centrifuge	5,05 „	1,50	29,70	2,60	51,49	0,70	13,86	0,13	2,57			0,12	2,38	46	1,0	46	303	6,06	4,29	2727	1,280	1,272	1,264	2,2	2,0	1,5	8,583	51,10	8,53	3,76	2,87	2,37	73,7	71,1	69,2
Windfege	30 „	4,70	15,67	18,62	62,07	6,68	22,26							124	2,15	55	800	16,00	11,33	7200						über 1 3/4 mm			3,04	2,48		73,0	70,0	
Centrifuge	4,70 „	1,33	28,30	2,52	53,62	0,67	14,25	0,08	1,70			0,10	2,13	44	1,02	43	273	5,46	3,86	2457	1,283	1,274	1,256	2,0	0,5	0,2	13,81	47,22	82,10	3,60	2,96	2,29	73,2	71,2	68,9
Windfege	30 „	2,62	8,73	17,30	57,67	10,08	33,60							126	2,11	58	822	16,44	11,64	7398						unter 1 3/4 mm			3,08	2,47		72,2	70,0	
Centrifuge	2,62 „	0,80	30,53	1,37	52,29	0,33	12,60	0,07	2,67			0,05	1,91	24	0,33	44	286	5,72	4,05	2574	1,288	1,273	1,251	2,3	0,8	0,3	0,36	1,68	9,37	3,95	3,26	2,41	72,5	71,9	67,9
Windfege	30 „	4,60	15,33	18,80	62,67	6,60	22,00							123	2,14	55	805	16,10	11,40	7245									3,02	2,49		72,1	70,1	
Centrifuge.	4,60	1,32	28,70	2,44	53,04	0,65	14,13	0,15	3,26			0,04	0,87	43	0,58	42	285	5,70	4,03	2565	1,286	1,278	1,259	2,0	0,9	0,2				3,48	3,06	2,33	72,4	71,1	67,3
Windfege	Durchschnitt 4,24	14,14	18,42	61,39	7,34	24,47								125	2,12	58	814	16,29	11,53	7380									3,05	2,49		72,4	69,6	
Centrifuge. „	1,24	29,31	2,23	52,61	0,59	13,71	0,11	2,55			0,07	1,82	39	0,53	44	287	5,73	4,06	2581	1,284	1,274	1,257	2,1	1,0	0,5				3,70	3,04	2,35	72,9	71,6	68,1
Centrifuge + Windfege.																																	
Centrifuge	60 kg	10,05	16,75	25,90	43,17	20,70	34,50	1,90	3,17	0,45	0,75	1,00	1,66	556	12,40	44	284	5,68	4,02	2556						über 2 1/2 mm			3,27	2,54	1,77	71,8	68,5	63,9
Windfege	10,05 „	2,50	44,78	5,30	52,74	0,25	2,48							42	0,44	57	816	16,32	11,55	7344	1,281	1,270		1,7	2,0		77,23	51,37		3,29	2,96		72,1	70,3	
Centrifuge	60 „	10,30	17,17	26,07	43,45	21,05	35,08	1,87	3,12	0,38	0,63	0,33	0,55	552	12,48	43	281	5,62	3,98	2529						über 1 3/4 mm			3,15	2,66	1,81	71,5	69,0	63,3
Windfege	10,30 „	2,82	27,38	7,02	68,15	0,46	2,47							42	0,44	58	825	16,50	11,68	7425	1,277	1,275		1,9	1,5		22,35	47,90		3,36	3,14		72,6	70,6	
Centrifuge	60 „	10,90	18,17	26,72	44,53	19,70	32,83	1,65	2,75	0,48	0,80	0,55	0,92	548	12,32	44	287	5,74	4,06	2583						unter 1 3/4 m			3,19	2,70	1,90	71,2	69,6	63,2
Windfege	10,90 „	1,21	11,10	5,65	51,84	4,04	37,06							46	0,47	59	829	16,58	11,67	7461	1,276	1,267		1,8	1,7		0,42	0,73		3,44	3,28		72,9	72,6	
Centrifuge	60 „	10,90	18,17	26,32	43,87	20,22	33,70	1,74	2,90	0,26	0,43	0,56	0,93	560	13,00	43	277	5,54	3,92	2493									3,22	2,77	1,69	72,0	70,8	64,3
Windfege	10,90 „	2,10	37,61	5,27	48,35	1,53	14,04							43	0,47	56	810	16,20	11,47	7290	1,282	1,277		1,9	1,7					3,49	3,05		72,9	71,6	
Centrifuge	Durchschnitt 10,54	17,57	26,25	43,75	20,42	34,03	1,79	2,98	0,39	0,65	0,61	1,02	554	12,55	43	282	5,64	3,99	2540									3,21	2,68	1,79	71,4	69,5	63,7
Windfege. „	3,16	30,23	5,81	56,27	1,57	12,50							43	0,45	57	820	16,40	11,59	7380	1,279	1,272		1,8	1,7					3,39	3,11		72,9	71,3	

V.

Optimum - Versuche am Trieur.

	I. Sorte	%	II. Sorte	%	III. Sorte	%	Trieur abfall	%	Schmutz-Schüttel-sieb	%	Windfege Abfall	%	Touren zahl	Zeit - Dauer	Zahl der Umdrehungen in 1 Minute	Leistung in kg	Ctr.	1 Std. hl.	Pro Tag 9 Std. kg	Specifisches Gewicht I	II	Verunreinigung I.	II.	Körnergrösse I.	II.	100 Korngewicht I.	II.	Hectolitergewicht I.	II.
																								über 2½ mm					
10 kg	4,24	42,40	4,96	49,60	0,54	5,40	0,09	0,90	0,05	0,50	0,12	1,20	134	2,24	56	250	5,00	3,54	2250	1,297	1,236	3,1	3,0	89,72	8,89	3,55	2,03	72,0	68,1
10 „	4,47	44,70	4,90	49,00	0,38	3,80	0,12	1,20	0,08	0,80	0,05	0,50	140	2,20	60	257	5,14	3,64	2313					über 1¾ mm		3,58	2,09	72,8	66,2
10 „	3,88	38,80	5,40	54,00	0,49	4,90	0,10	1,00	0,05	0,50	0,08	0,80	143	2,16	63	263	5,26	3,73	2367	1,277	1,220	3,0	3,1	9,47	76,76	3,65	1,95	72,6	66,6
10 „	4,05	40,50	5,11	51,10	0,50	5,00	0,18	1,80	0,07	0,70	0,09	0,90	148	2,13	67	270	5,40	3,83	2430					unter 1¾ mm		3,57	2,20	72,8	67,2
10 „	4,00	40,00	5,05	50,50	0,60	6,00	0,13	1,90	0,09	0,90	0,07	0,70	150	2,11	69	275	5,50	3,90	2475	1,283	1,231	3,6	9,4	0,81	14,35	3,72	2,12	72,5	67,3
10 „	4,05	40,50	5,10	51,00	0,58	5,80	0,12	1,20	0,06	0,60	0,09	0,90	149	2,10	69	275	5,52	3,91	24,84	1,281	1,235	4,3	3,3			3,63	2,22	72,6	68,0
10 „	4,50	45,00	4,93	49,30	0,31	3,10	0,11	1,10	0,09	0,90	0,06	0,60	150	2,9	70	278	5,56	3,94	2502							3,48	2,05	72,7	67,0
10 „	4,07	40,70	4,80	48,00	0,85	8,50	0,16	1,60	0,07	0,70	0,05	0,50	151	2,8	71	280	5,60	3,97	2520	1,285	1,240	3,1	4,7			3,68	2,13	72,5	67,8
10 „	4,24	42,40	4,96	49,60	0,60	6,00	0,10	1,00	0,03	0,30	0,07	0,70	152	2,7	72	282	5,64	4,00	2538							3,53	2,06	73,0	66,5
10 „	4,12	41,20	5,14	51,40	0,43	4,30	0,12	1,20	0,08	0,80	0,11	1,10	162	2,2	78	295	5,90	4,18	2656	1,265	1,240	3,1	3,5			3,56	3,02	72,2	66,9
10 „	4,20	42,00	5,01	50,10	0,53	5,30	0,17	1,70	0,03	0,30	0,06	0,60	160	2,0	80	300	6,00	4,25	2700	1,279	1,229	3,4	3,8			3,45	2,03	72,1	66,4
Durchschnitt	4,17	41,65	5,03	50,33	0,53	5,28	0,13	1,33	0,06	0,64	0,08	0,77	149	2,11	68	275	5,50	3,89	2475	1,281	1,233	3,4	3,5			3,50	2,17	72,5	67,1

VI.

Vergleiche zwischen Trieur und Windfege.

		I. Sorte.	%	II. Sorte.	%	III. Sorte.	%	Trieur. Abfall	%	Schmutz Schüttelsieb.	%	Windfege-abfall.	%	Touren-zahl.	Zeitdauer	Zahl der Umdrehungen in 1 Minute	Leistungen in 1 Stunde kgr	Ctr.	hl.	Pro Tag 9 Std kg.	Specifisches Gewicht I.	II.	Verunreinigung I.	II.	Körnergrösse I.	II.	100 Korngewicht. I.	II.	Hectoliter-gewicht I.	II.
														Trieur + Windfege.																
Trieur	20 kgr.	7,87	39,35	10,25	51,25	1,45	7,25	0,26	1,30	0,10	0,50	0,67	0,35	306	4,12	73	285	5,70	4,03	2565						über 2½ m/m	3,18	1,99	72,5	67,0
Windfege	7,87 „	1,62	21,98	5,60	75,98							0,15	2,04	33	0,33	60	835	16,70	11,82	7515	1,289	1,285	1,8	3,3	86,12	52,21	3,26	2,94	73,8	72,3
Trieur	20 „	8,01	40,05	10,00	50,00	1,70	8,50	0,16	0,80	0,09	0,45	0,04	0,20	303	4,16	71	281	5,62	3,98	2529						über 1¾ m/m	2,97	1,99	72,0	67,0
Windfege	8,01 „	1,40	17,48	6,44	80,40							0,17	2,12	34	0,34	60	837	16,74	11,87	7533	1,288	1,286	1,5	3,6	13,73	46,51	3,20	3,03	74,2	73,5
Trieur	20 „	7,57	37,85	10,46	52,30	1,54	7,70	0,26	1,30	0,11	0,55	0,06	0,30	307	4,13	73	284	5,68	4,01	2556						unter 1¾ m/m	3,04	1,92	72,2	66,8
Windfege	7,57 „	1,70	22,46	5,60	73,98							0,27	3,56	32	0,33	58	826	16,52	11,71	7434	1,292	1,278	1,6	3,0	0,15	1,28	3,29	3,02	73,6	73,0
Trieur	20 „	7,80	39,00	10,40	52,00	1,50	7,50	0,17	0,85	0,08	0,40	0,05	0,25	289	4,31	64	265	5,30	3,75	2385							73,07	2,10	73,0	67,2
Windfege	7,80 „	2,45	31,41	5,20	66,67							0,15	1,92	32	0,34	56	812	16,24	11,48	7308	1,288	1,284	1,7	3,2			3,32	2,93	73,2	72,0
Trieur	20 „	7,58	37,90	10,75	53,75	1,40	7,00	0,17	0,85	0,06	0,30	0,04	0,20	299	4,20	69	276	5,52	3,91	2484							3,06	2,16	72,8	66,8
Windfege	7,58 „	3,05	40,24	4,35	57,39							0,18	2,37	31	0,33	56	814	16,28	11,54	7326	1,292	1,278	1,7	2,9			3,13	2,93	73,0	71,4
Trieur	20 „	7,90	39,50	10,30	51,50	1,45	7,25	0,18	0,90	0,10	0,50	0,07	0,35	301	4,18	70	279	5,58	3,95	2511							3,16	2,05	72,2	67,3
Windfege	7,90 „	1,97	24,94	5,68	71,90							0,25	3,16	34	0,34	60	834	16,68	11,83	7506	1,292	1,281	1,8	3,0			3,16	2,95	73,8	71,6
Trieur	Durchschnitt	7,78	38,95	10,38	51,80	1,50	7,53	0,20	1,00	0,09	0,45	0,05	0,27	301	4,18	70	278	5,56	3,94	2505							3,08	2,03	72,5	67,0
Windfege	„	2,03	26,42	5,48	71,05							0,19	2,53	32	0,33	58	826	16,52	11,71	7437	1,290	1,282	1,7	3,2			3,22	2,97	73,6	72,3

VII.

Vergleich zwischen Windfege und Trieur.

		I. Sorte	%	II. Sorte	%	III. Sorte	%	Trieur abfall	%	Schmutz Schüttelsieb	%	Touren Zahl.	Zeitdauer	Zahl d. Umdrehungen in 1 Minute.	Leistung in 1 Std. kg	Ctr.	hl	Pro Tag 9 Std. kg	Specifisches Gewicht I	II	Verunreinigung I	II	Körnergrösse I.	II.	100 Korngewicht. I	II	Hectolitergewicht. I.	II.
Windfege + Trieur.																												
Windfege	20 kgr.	2,50	12,50	11,90	59,50	5,60	28,00					84	1,27	58	824	16,48	11,68	74,16					über 2½ mm		3,01	2,35	73,9	70,8
Trieur	2,50 „	1,78	71,20	0,64	25,60	0,05	2,00	0,03	1,20			37	0,32	70	277	5,54	3,92	24,93	1,286	1,270	2,9	2,5	79,43	9,01	3,23	2,27	73,5	71,8
Windfege	20 „	2,50	12,50	12,50	62,50	5,00	25,00					81	1,29	55	804	16,08	11,40	72,36					über 1¾ mm		2,96	2,44	73,5	70,6
Trieur	2,50 „	1,80	72,00	0,62	24,80	0,05	2,00	0,02	0,80	0,01	0,40	36	0,32	69	275	5,50	3,90	24,75	1,288	1,267	3,0	2,9	20,07	88,82	3,27	2,34	73,1	70,5
Windfege	20 „	2,90	14,50	13,00	65,00	4,10	20,50					83	1,28	57	815	16,30	11,54	73,35					unter 1¾ mm		3,02	2,34	73,5	68,7
Trieur	2,90 „	2,14	73,79	0,70	24,14	0,04	1,38	0,02	0,69			43	0,36	72	283	5,66	4,01	25,47	1,282	1,265	2,8	2,5	0,50	2,17	3,18	2,32	72,6	70,4
Windfege	20 „	3,05	15,25	12,80	64,00	4,15	20,75					82	1,28	56	812	16,24	11,48	73,08							2,90	2,33	72,3	68,0
Trieur	3,05 „	2,28	74,76	0,71	23,28	0,03	0,98	0,03	0,98			47	0,39	73	286	5,72	4,05	25,74	1.283	1,268	2,8	2,5			3,19	2,41	72,5	70,0
Windfege	20 „	2,45	12,25	11,70	58,50	5,85	29,25					86	1,25	61	840	16,80	11,91	75,60							3,11	2,42	73,0	69,5
Trieur	2,45 „	1,67	68,16	0,64	26,12	0,10	4,08	0,04	1,64			36	0,31	71	280	5,60	3,97	25,20	1,288	1,270	2,6	2,2			3,31	2,47	73,0	70,1
Windfege	20 „	2,22	11,10	12,30	61,50	5,48	27,40					84	1,26	59	830	16,60	11,75	74,70							3,05	2,33	72,0	68,9
Trieur	2,22 „	1,42	63,97	0,66	29,73	0,11	4,95	0,03	1,35			31	0,29	66	268	5,36	3,80	24,12	1,289	1,268	3,2	2,7			3,32	2,45	72,9	70,0
Windfege	Durchschnitt	2,61	13,02	12,37	61,83	5,02	25,15					83	1,27	57	821	16,42	11,64	73,89							3,01	2,37	73,0	69,4
Trieur.	„	1,83	70,65	0,66	25,61	0,06	2,56	0,03	1,11	0,001	0,07	38	0,33	70	278	5,56	3,94	25,02	1,286	1,268	2,9	2,5			3,25	2,38	72,9	70,4

<u>VIII.</u>

Vergleiche zwischen Trieur und Centrifuge.

		I Sorte	%	II Sorte	%	III Sorte	%	Trieur-Abfall.	%	Schmutz Schüttelsieb.	%	Windfege-Abfall	%	Tourenzahl.	Zeitdauer	Zahl d. Umdrehungen in 1 min.	Leistung in 1 Std. kg.	Ctr.	hl.	Pro Tag 9 Std. kg.	Specifisches Gewicht I	II	Verunreinigung I	II	Körnergröße. I	II	100 Korngewicht. I	II	Hektolitergewicht I	II
								Trieur + Centrifuge.																						
Trieur	20 kg	8,55	42,75	9,60	48,00	1,45	7,25	0,20	1,00	0,11	0,55	0,09	0,45	302	4,19	70	278	5,56	3,94	2502					über 2½ mm		3,06	2,00	70,5	66,5
Centrifuge	8,55 "	0,60	7,02	7,13	83,39	0,70	8,19	0,12	1,40					79	1,48	44	285	5,70	4,03	2565	1,272	1,268	3,0	2,3	91.23	65,03	3,76	3,01	71,5	71.8
Trieur	20 "	8,00	40,00	10,10	50,50	1,65	8,25	0,12	0,60	0,08	0,40	0,05	0,25	292	4,31	65	265	5,30	3,75	2385					über 1¾ mm		3,07	2,05	70,2	65,4
Centrifuge	8,00 "	0,65	8,13	6,60	82,50	0,62	7,75	0,13	1,62					74	1,41	44	285	5,70	4,03	2565	1,275	1.269	2,7	2,0	8,70	34,54	3,76	3,14	71.6	70.8
Trieur	20 "	8,60	43,00	9,70	48,50	1,50	7,50	0,10	0,50	0,06	0,30	0,04	0,20	297	4,19	69	278	5,56	3,94	2502					unter 1¾ mm		3,12	2,12	71,0	66,2
Centrifuge	8,60 "	0,70	8,14	7,20	83,72	0,50	5,81	0,15	1,75			0,05	0,58	80	1,50	47	281	5,62	3,98	2529	1,273	1,266	2,7	1,8	0,07	0,43	3,70	3,13	71,7	71,2
Trieur	20 "	8,43	42,15	9,95	49,75	1,40	7,00	0,11	0,55	0,07	0,35	0,04	0,20	299	4,20	69	276	5,52	3,91	2484							2,97	2,16	71.3	65,1
Centrifuge	8,43 "	0,72	8,54	7,10	84,22	0,43	5,10	0,10	1,19			0,08	0,95	78	1,48	43	281	5,62	3,98	2529	1,278	1,271	3,0	2,3			3,79	3,07	71.8	71,0
Trieur	20 "	8,40	42,00	9,96	49,80	1,47	7,35	0,10	0,50	0,03	0,15	0,04	0,20	299	4,17	70	280	5,60	3,97	2520							2,93	1,98	70,9	66,2
Centrifuge	8,40 "	0,70	8,33	6,90	82,14	0,60	7,14	0.15	1,79			0,05	0,60	78	1,48	43	280	5,60	3,97	2520	1,274	1,271	3,0	2,0			3,65	3,05	71,1	71,2
Trieur	20 "	8,70	43,50	9,60	48,00	1,40	7,00	0,15	0,75	0,10	0,50	0,05	0,25	297	4,26	67	270	5,40	3,83	2430							3,03	2,02	71,8	65,8
Centrifuge	8,70 "	0,72	8,28	7,25	83,33	0,60	6,90	0,10	1,15	0.03	0,34			81	1,52	43	280	5,60	3,97	2520	1.275	1,270	2,8	2,0			3,70	3,16	72,3	71.8
Trieur	Durchschnitt	8.45	42,23	9,82	49.09	1,48	7.39	0,13	0,65	0,07	0,38	0,05	0,26	297	4.22	68	274	5,48	3,88	2466							3,03	2,06	71,0	65,9
Centrifuge	"	0,68	8,07	7,03	83,21	0,57	6,82	0,13	1,48	0,01	0,06	0,03	0,36	78	1,48	43	282	5.64	4,00	2538	1.274	1.269	2,9	2,0			3,73	3,09	71,7	71,3

IX.

Vergleiche zwischen Centrifuge und Trieur.

		I. Sorte	%	II. Sorte	%	III. Sorte	%	Trieur-Abfall	%	Schmutz Schüttelsieb.	%	Windfege-abfall	%	Tourenzahl.	Zeitdauer.	Zahl der Umdrehungen in 1 min.	Leistung in 1 Std. kg.	Ctr.	Kl.	Pro Tag 9 Std. kg.	Specifisches Gewicht I.	II.	Verunreinigung I.	II.	Körnergröße I.	II.	100 Korngewicht. I.	II.	Hektoliter-gewicht. I	II.
		Centrifuge + Trieur:																												
Centrifuge	30 kg.	1,30	4,33	16,25	54,17	10,90	36,33	1,30	4,34	0,15	0,50	0,10	0,33	278	6,20	44	284	5,68	4,02	2556							3,63	2,82	70,5	69,9
Trieur	1,30 "	1,10	84.61	0,18	13,85	0,02	1,54							19	0,16	72	284	5,68	4,02	2556	1,270	1,263	2,6	1,4	über 2½ mm 91,66	26,73	3,84	2,60	71,0	68,4
Centrifuge	30 "	4,50	15,00	13,60	45,33	10,40	34,67	1,20	4,00	0,30	1,00			276	6,24	43	281	5,62	3,98	2529							3,52	2,63	70,2	69,2
Trieur	4,50 "	4,00	88,89	0,40	8,89	0,10	2,22							67	0,58	70	277	5,54	3,92	2493	1,274	1,263	2,4	1,5	über 1¾ mm 8,31	71,17	3,71	2,51	72,0	68,3
Centrifuge	30 "	1,09	3,63	16,80	56,00	10,65	35,50	1,05	3,50	0,23	0,77	0,18	0,60	274	6,16	44	287	5,73	4,06	2583							3,52	2,82	71,1	69,8
Trieur	1.9 "	0,90	82,57	0,15	13,76	0,04	3,67							16	0,13	76	290	5,80	4,11	2610	1,270	1,265	2,5	1,7	unter 1¾ mm 0,03	2,10	3,64	2,60	71,0	
Centrifuge	30 "	1,05	3,50	16,50	55,00	10,68	35,60	1,35	4,50	0,18	0,60	0,24	0,80	280	6,28	43	278	5,56	3,94	2502							3,54	2,79	70,6	69,6
Trieur	1.5 "	0,92	37,62	0,13	12,38									15	0,12	77	294	5,88	4,17	2646	1,270	1,263	2,6	1,3			3,71	2,61	71,0	
Centrifuge	30 "	1,27	4,23	16,86	56,20	10,34	34,47	1,11	3,70	0,15	0,50	0,27	0,90	272	6,12	44	296	5,92	4,19	2664							3,50	2,76	71,3	70,0
Trieur	1,27 "	1,12	88,19	0,15	11,81									19	0,15	75	299	5,98	4,24	2691	1,272	1,264	2,5	1,4			3,83	2,76	72,0	68,2
Centrifuge	30 "	1,28	4,27	16,80	56,00	10,72	35,73	0,90	3,00	0,16	0,53	0,14	0,47	280	6,30	43	277	5,54	3,92	2493							3,40	2,80	70,9	69,9
Trieur	1,28 "	1,13	88,28	0,15	11,72									19	0,15	75	300	6,00	4,25	2700	1,272	1,262	2,6	1,5			3,59	2,70	71,2	
Centrifuge	Durchschnitt	1,75	5,83	16,13	53,78	10,51	35,38	1,17	3,84	0,19	0,65	0,15	0,52	276	6,21	43	284	5,68	4,02	2556							3,52	2,77	70,8	69,7
Trieur:	"	1,53	86,69	0,19	12,07	0,03	1,24							26	0,21	74	291	5,82	4,12	2619	1,271	1,263	2,5	1,5			3,72	2,63	71,2	68,3

Lebenslauf.

Geboren bin ich, Rudolf Leonhard, am 26. März 1879 zu Breslau, ev., als Sohn des Kgl. Handelsrichters und Kgl. Spanischen Konsuls Siegmund Leonhard daselbst. Nachdem ich den ersten Unterricht im elterlichen Hause genossen, trat ich Michaelis 1886 in das König-Wilhelms-Gymnasium ein, das ich Ostern 1898 mit dem Zeugnis der Reife verliess.

Zur Erlernung der praktischen Landwirtschaft war ich 1898/99 auf dem Gute Seifersdorf (Kreis Liegnitz), 1899/1900 auf dem Gute Braunau (Kreis Lüben) tätig.

Ostern 1900 bezog ich die Universität Heidelberg als Student der Naturwissenschaften, besuchte im Wintersemester 1900/91 die landwirtschaftliche Abteilung der polytechnischen Hochschule in München und war im Sommersemester 1901 bei der philosophischen Fakultät der Universität Halle immatrikuliert, die ich am 26. Oktober 1901 mit der der Universität Breslau vertauschte, der ich bis zur Beendigung meiner Studienzeit 4 Semester lang angehörte.

Am 17. Juni 1903 bestand ich das Examen rigorosum.

Ich hörte während meiner Studienzeit die Vorlesungen und besuchte Seminare und praktische Übungen folgender Herren:

In Heidelberg:

Bütschli, Fischer, Krafft, Stengel †, Thode.

In München:

Pott, May, Soxleth, Stoss, Lintner, Ramann.

In Halle:

Märker †, Holdefleiss, Kühn, Conrad, Falke, Haym †, Albert, Schwarz, Klebs, Mez, Küster, Eltzbacher.

In Breslau:

Pax, von Nathusius, Holdefleiss, Ladenburg, Kükenthal, Hintze, Ebbinghaus, Frech, Leonhard, Pfeiffer, von Rümker, Ahrens, Luedeke.

Allen meinen Lehrern bin ich zu grossem Danke verpflichtet, besonders aber Herrn Professor Dr. von Rümker, unter dessen Anleitung ich die vorliegende Arbeit verfasste.

Thesen.

1) Die Weissfleckigkeit der Pferde und Rinder ist eine Folge der Domestikation.

2) Die Keimung ist kein Lebensprozess, sondern ein chemisch-physikalischer Vorgang.

3) Der landwirtschaftlich benützte Grund und Boden ist nicht als reines Kapital aufzufassen.

4) Allgemeine und spezielle klimatische Einflüsse setzen dem landwirtschaftlichen Betrieb bestimmtere Schranken als die Bodenbeschaffenheit.